

УДК 519.87: 631.11

Н. К. Дьяченко,
старший викладач кафедри вищої математики та фізики,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ORCID ID: 0000-0002-8506-9204

DOI: 10.32702/2306-6792.2020.9.121

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ В УПРАВЛІННІ АГРАРНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

N. Diachenko,
Senior Lecturer, Department of Mathematics and Physics, Dnipro State Agrarian and Economic University

FEATURES OF THE APPLICATION OF MATHEMATICAL METHODS AND MODELS IN THE MANAGEMENT OF AGRARIAN ENTERPRISES

У статті розглянуто особливості застосування математичних методів і моделей в управлінні аграрними підприємствами. Проаналізовано роль математичних методів та моделей під час прийняття управлінських рішень менеджерами аграрних підприємств. Доведено, що застосування методів математичного моделювання економічних, маркетингових та виробничих процесів дає змогу ефективно використовувати наявну ресурсну базу в процесі досягнення стратегічних цілей аграрного підприємства та враховувати істотні джерела невизначеності й мінімізувати негативні економічні наслідки. Систематизовано арсенал економіко-математичних методів та моделей, що використовуються під час прийняття управлінських рішень щодо маркетингових бізнес-процесів. Наведено ознаки за якими класифіковано економіко-математичні моделі, що в використовуються в аграрному виробництві. Окреслено способи побудови оптимізаційних моделей, що використовуються в сільському господарстві. Розглянуто процес прийняття управлінських рішень щодо управління бізнес-процесами сільськогосподарського виробництва за допомогою моделі оптимізації застосування добрив. Встановлено, що за допомогою економіко-математичного моделювання можливо вирішувати конкретні економічні проблеми та практичні задачі в сфері управління виробничо-економічною діяльністю сільськогосподарських підприємств.

The article deals with peculiarities of application of mathematical methods and models in management of agrarian enterprises. Mathematical modeling is found to be a universal and effective tool for studying the internal laws of certain phenomena and processes. It has been stated that since the solution of economic and mathematical models it is necessary to take into account certain system characteristics and a close connection of qualitative system parameters and how they are resolved. It is noted that a specialist who develops a particular model should have a thorough knowledge of agrarian economics and modeling theory and perfect to have mathematical tools. It is proved that the application of mathematical modeling methods economic and manufacturing processes make efficient use existing resource base in the process of achieving the agrarian strategic goals businesses and take into account significant sources of uncertainty and minimize them negative economic consequences. The arsenal of economic and mathematical methods and models has been systematized used in marketing management decisions business processes. The features by which the economic and mathematical models are classified are presented used in agricultural production. The ways of constructing the optimization models used in agriculture. The process of making managerial decisions on business processes is considered agricultural production using the optimization model fertilizer application. It is noted that, from a mathematical point of view, some economic processes in agribusinesses are the same and can be described using typical models. It is established that by means of economic-mathematical modeling it is possible to solve specific economic problems and practical problems in the field management of agricultural production and economic activity enterprises. It is concluded that the

application of mathematical tools methods and models make it possible to substantiate the adoption process better management decisions when planning and finding promotion reserves efficiency of agricultural enterprises in crisis conditions and dynamic changes in the environment.

Ключові слова: математичні методи, економіко-математичне моделювання, управління, аграрні підприємства, сільськогосподарське виробництво.

Key words: mathematical methods economic-mathematical modeling, management, agrarian enterprises, agricultural production.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

В умовах конкуренції та економічної кризи сільськогосподарські підприємства повинні швидко адаптуватися під зміни, що виникають на ринку, вести інноваційну діяльність, використовувати новітні технології та методи підходу до управління бізнес-процесами. Під час проведення досліджень економічних процесів, що відбуваються в діяльності аграрних підприємств, все частіше використовують відповідний математичний інструментарій. З метою обґрунтування запропонованих стратегій їх подальшої діяльності та задля отримання певних результатів складають рівняння чи нерівності, які відображають співвідношення між показниками, визначають їх вплив на значення змінної, що, в свою чергу, дозволяє сформулювати систему необхідних обмежень, на підставі яких ухвалюються ті чи інші рішення. Тому математичні моделі бізнесової діяльності сільськогосподарських підприємств повинні відображати відношення ймовірностей переходу стану від ступеня впливу на неї, що дозволить підвищити ефективність бізнес-процесів, знизить виробничі витрати та дозволить визначити найбільш вразливі зони. Таким чином, актуальність статті та постановка проблематики полягає в підвищенні конкурентоспроможності аграрних підприємств в кризових умовах їх господарювання на підставі застосування арсеналу математичних методів та моделей під час створення інформаційних систем щодо відокремлення та аналізу певних бізнес-процесів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вивченню теорії та практики використання економіко-математичних методів та моделей під час прийняття ефективних управлінських рішень у діяльності підприємств присвячені наукові праці таких вчених: Б.Є. Бачевський, Н.К. Васильєва, В.В. Вітлінський, В.К. Галіцин, С.А. Жданов, М.М. Ільчук, А. Б. Камінський, Н.І. Костін, О.І. Лаврушин, І. Г. Лукіяненко, А.В. Матвійчук, А.П. Ротштейн, О.І. Ястремський та інших.

Водночас процесу розв'язання економічних та управлінських задач під час управління

аграрними підприємствами приділено, на нашу думку, недостатньо уваги. Саме тому в сучасних кризових умовах господарювання проблема прийняття обґрунтованих рішень агротоваровиробниками на підставі інструментарію математичних методів, зокрема доцільності побудови адекватних економіко-математичних моделей потребує проведення більш ґрунтовних досліджень.

МЕТА СТАТТІ

Метою статті є виявлення особливостей застосування математичних методів та моделей під час обґрунтування управлінських рішень в діяльності аграрних підприємств.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У кризових умовах господарювання сільськогосподарські підприємства функціонують в умовах обмеженої наявності матеріальних та грошових ресурсів, саме тому виникає нагальна необхідність у більш ґрунтовному вивченні економічних показників їх діяльності на підставі застосування математичних методів дослідження та розробки комплексних економіко-математичних моделей.

Для стабільного розвитку кожного аграрного підприємства ключовим є своєчасне проведення стратегічного, економіко-математичного й статистичного аналізу його діяльності, за рахунок виявлення та оцінювання сильних та слабких боків, а також з'ясування впливу чинників його макрооточення. До переваг відносять такі показники, як якість сільськогосподарської продукції, гнучкість системи постачання, широкий асортимент продукції; ефективна система збуту. Водночас під час розробки стратегії роботи агропідприємства потрібно враховувати проблемні зони: сезонність виробництва, відсутність ефективного маркетингу, наявність внутрішніх оперативних проблем, залежність виробництва від ґрунтово-кліматичних умов, плинність кадрів, слабку автоматизацію управління; значні виробничі витрати; фінансову нестабільність тощо. До пріоритетних чинників ризику, як правило, відно-

сять погодні умови, інфляцію та зміну реалізаційної ціни на продукцію. Під час розробки стратегії подальшої виробничо-збутової діяльності аграрних підприємств саме застосування інструментарію математичних методів та моделей є необхідною умовою ефективною науковою та практичною діяльністю агроменеджера, так як він слугує підґрунтям для розробки й ухвалення управлінських рішень.

Головним методом дослідження економічних показників господарювання агроформувань є метод моделювання економічних процесів, який визначає комплекс різнобічних прийомів. Водночас математичне моделювання виступає універсальним та ефективним інструментом вивчення внутрішніх закономірностей певних явищ та процесів, дає можливість дослідити кількісний взаємозв'язок та взаємозалежності моделі та розробити проектне вдосконалення розвитку та подальшого функціонування системи агробізнесу.

Так, Н.П. Юрчук зауважує, що з метою більш ефективного моделювання економічних процесів, необхідно використовувати надійні та достовірні джерела інформації, змістовно описувати об'єкт, що моделюється та відтворювати дані, сутність об'єкта, його кількісні характеристики, характер взаємодії між складовими елементами, місце та важливість даного явища у загальному процесі функціонування системи. Поряд із змістовним описом необхідно формувати певні схеми у вигляді символів, графіків, таблиць тощо, щоб краще відтворити властивості об'єкта дослідження [5].

Водночас Середюк В.Б стверджує, що для побудови адекватної економіко-математичної моделі, яка здатна ефективно розв'язувати складні соціально-економічні задачі, ефективним є поєднання методів штучного інтелекту для проектування та побудови моделі й методів статистичного аналізу для формування навчальної вибірки [4].

Багато вчених зазначають, що головною проблемою, яка гальмує практичне застосування економіко-математичних моделей, є забезпечення їх конкретною, повною, якісною інформацією. Через недостатній рівень інформаційного забезпечення отримується незадовільний результат, після впровадження якого на практиці ситуація не тільки не покращиться, а навіть суттєво погіршиться [3].

Під час розв'язування економіко-математичних моделей необхідно враховувати певні системні характеристики: ефективність; стійкість; маневреність; надійність; гнучкість; інерційність; адаптивність; економічні ризики

тощо. При ухваленні управлінських рішень менеджера слід брати до уваги тісний зв'язок якісних параметрів системи та її розв'язку. У процесі управління бізнес-процесами аграрних підприємств сучасні підходи до моделювання мають бути спрямованими на розвиток таких принципів управління, як системність, комплексність, багатоваріантність розрахунків, що досягається за допомогою впровадження системи економіко-математичних моделей.

Слід звернути увагу на той факт, що у сучасній науковій літературі трапляються такі економіко-математичні моделі, які побудовані з великою кількістю грубих порушень теорії математичного моделювання, що призводить до помилкових та неякісних результатів, а тому вони не можуть бути використані на практиці. Якщо економіко-математичну модель розробляти суто з математичної точки зору, то досить часто повною мірою не враховуються особливості функціонування систем агробізнесу (бізнес-процеси, виробнича структура, організація, технології, технічне оснащення, виробничо-економічні показники тощо) і, навпаки, якщо модель побудована на підставі тільки економічної бази, то, як правило, в ній присутні грубі математичні помилки. Вважаємо, що фахівець, який розробляє певну модель, повинен мати ґрунтовні знання з аграрної економіки та теорії моделювання і досконало володіти математичним інструментарієм.

У зв'язку з вищезазначеним зауважимо на тому, що в сільському господарстві економіко-математичні методи використовуються за трьома головними напрямками:

1) розробка та розв'язок економіко-математичних задач внутрішньогосподарського аналізу та планування;

2) розробка та розв'язок економіко-математичних задач на рівні агропромислового комплексу;

3) розробка та розв'язок економіко-математичних задач галузевого аналізу та планування.

У процесі управління виробничо-економічною діяльністю аграрних підприємств під час застосування економіко-математичних методів потрібно враховувати певні чинники, що впливають на їх діяльність, а саме: природні; кліматичні; біологічні; економічні; агротехнічні тощо. Проте найбільш вагомою проблемою під час вибору критерію оптимальності є визначення оптимуму цільової функції.

У зв'язку з чим, зазначимо, що основною метою діяльності сільськогосподарського підприємства є максимізація прибутку у разі мінімізації витрат. Під час оптимізації виробничих

Таблиця 1. Сфери застосування економіко-математичних методів під час ухвалення маркетингових рішень

Назва методу	Зміст методу	Сфери застосування методу
Адаптивні моделі прогнозу	Під час надходження нової інформації до параметрів моделі вносяться відповідні корективи, в результаті чого модель адаптується до нових умов	- Прогноз споживання продукції, що мають сезонний попит; - короткострокове прогнозування цін на споживчі товари
Дискримінаційний аналіз	Призначений для розв'язання завдань розпізнавання образів, під час прийняття рішень щодо дискримінації змінних	- Оцінка впливу чинників (вік, освіта, соціальний статус та інше), під час сегментування споживачів
Факторний аналіз	Дозволяє відновити прогнозовану структуру, що знаходиться в основі спостережних даних з метою їх описання у стислому та інтерпретованому вигляді	- Визначення характеристик ТМ, що впливають на вибір споживачів; - ідентифікація латентних змінних з метою групування споживачів; - пояснення відмінностей між лояльними/нелояльними споживачами
Кластерний аналіз	Передбачає розбиття сукупності об'єктів, що аналізуються, на певне число однорідних класів в умовах відсутності вибірок	- Визначення конкурентоспроможної продукції в межах певного ринку; - вибір об'єктів порівнянь для перевірки маркетингових стратегій; - зниження розмірності даних
Дисперсійний аналіз	Полягає у розкладанні загальної варіації ознаки на складові частини, що визначаються на підставі чинників, які впливають на варіацію, що дає змогу оцінити внесок кожної компоненти на змінність значень ознаки	- Оцінка ступеня реклами та цін на продаж продукції даної торгової марки; - визначення обізнаності споживачів про ТМ; - з'ясування розбіжностей оцінок респондентів щодо певної торгової марки
Методи теорії ігор	Методи, які визначають рівень можливих втрат за умови реалізації одного з альтернативних рішень	- Моделювання обміну товарами у мовах невизначеності та ризику; - розробка маркетингової стратегії в умовах невизначеності та ризику; - ухвалення маркетингових рішень в умовах невизначеності та ризику
Методи оцінки та аналізу ризиків	Методи, які визначають рівень можливих втрат під час реалізації певного альтернативного рішення	- Вибір стратегії виходу певної продукції на ринок, при якій ризик буде мінімальним; - вибір ринку збуту; - вибір постачальників
Метод нечіткого логічного висновку	Орієнтований на моделювання об'єктів, які мають чинники невизначеності. Використовується під час аналізу складних систем	- Оцінка ринку; - вибір товару; - прогнозування збуту продукції; - розробка автоматизованої системи підтримки прийняття маркетингових рішень

Джерело: систематизовано на підставі [1; 4].

витрат науковці обирають різні критерії оптимальності, а саме: максимум прибутку від реалізації продукції, максимум прибутку або максимум доходу від реалізації продукції [2].

Враховуючи великий арсенал економіко-математичних методів та моделей, що використовуються під час прийняття управлінських рішень щодо маркетингових бізнес-процесів, доцільно систематизувати найбільш відомі з них у вигляді таблиці 1.

Роль математичних методів та моделей під час управління виробничо-збутовою діяльністю сільськогосподарських підприємств визначається не тільки їх властивостями, але й рівнем розвитку інформаційних засобів та технологій. Також встановлено, що застосування математичних методів та моделей слугує засобом прогнозування, наукового аналізу, аналітичного

планування різних соціально-економічних процесів.

Таким чином, кожний метод має своє значення та сферу застосування, тому доцільно проводити ґрунтовні дослідження показників виробничо-збутової діяльності аграрних підприємств та аналізувати вплив чинників з боку зовнішнього середовища, на підставі чого доречно розробляти, ухвалювати на впроваджувати маркетингові та управлінські рішення.

Водночас першочерговим завданням агропідприємства є підвищення його економічної ефективності та забезпечення необхідною кількістю матеріально-технічних ресурсів. Досягнення високих результатів в агровиробництві неможливе без дотримання передпосівного обробітку насіння, агротехнологічних заходів, зберігання сільськогосподарської про-

дукції тощо. Для цього агроменеджери мають здійснювати заходи щодо оновлення основних виробничих засобів та своєчасно забезпечувати бізнес-процеси якісними матеріально-технічними ресурсами. Важливою умовою сталого розвитку сільськогосподарських підприємств є необхідність оптимізації їх виробничих структур та господарської діяльності. Найбільш ефективним способом формування оптимальних параметрів управління агропідприємствами є економіко-математичне моделювання його виробничої програми. Отже застосування методів математичного моделювання економічних та виробничих процесів дає змогу ефективно використовувати наявну ресурсну базу в процесі досягнення стратегічних цілей підприємства та враховувати істотні джерела невизначеності й мінімізувати негативні економічні наслідки.

Деякі вчені класифікують економіко-математичні моделі, що в використовуються в агро-виробництві за такими ознаками:

— загально цільове призначення: теоретико-аналітичні (використовується під час вивчення загальних властивостей та закономірностей економічних процесів), прикладні (застосовуються під час розв'язку конкретних економічних завдань);

— за ступенем агрегування: мікроекономічні (відображають діяльність сільськогосподарських підприємств), макроекономічні (відображають функціонування економіки загалом);

— за конкретним призначенням: оптимізаційні моделі (необхідні для вибору найкращого варіанту з усіх існуючих), імітаційні моделі (необхідні для використання комп'ютерної імітації процесів, що вивчаються), ігрові (необхідні для об'єкту моделювання при невизначеності параметрів, що вивчаються);

— за врахуванням чиннику часу: статистичні, динамічні.

У зв'язку з появою інноваційних типів моделей наведена класифікація постійно уточнюється. Наприклад, у сільському господарстві є вже готові типові моделі, які експериментально вивірені та приносять високий ефект. До таких моделей можливо віднести оптимізацію структури посівних площ, структури та обороту стада, використання ріллі та добрив, меліоративних заходів, поєднання та спеціалізація галузей сільського господарства. Якщо конкретна економічна проблема не вирішується на підставі відомих моделей, то створюється оригінальна модель, що проходить всі необхідні

стадії, в тому числі практичну апробацію, і тільки після цього її використовують на практиці.

Під час побудови оптимізаційної моделі використовують такі способи:

1. Врахування вимог щодо впровадження сівозмін та агротехнічної доцільності вирощування сільськогосподарських культур під час оптимізації структури посівних площ.

2. Узгодженість запланованої структури посівних площ з фактичними схемами сівозміни під час оптимізації галузей сільськогосподарської організації.

3. Вибір кращих можливих схем послідовності сільськогосподарських культур;

4. Розміщення певних типів і видів сільськогосподарських культур у сівозміні з врахуванням якості ґрунту.

Отже стає можливим вирішити завдання виробничо-галузевої структури загалом й отримати оптимальне рішення, виявити ресурси, які не використані в повному обсязі, визначити напрям їх ефективного використання, здійснити оптимізацію виробничої програми та структуру посівних площ, визначити структурні зміни та перспективи розвитку аграрного підприємства.

Економіко-математична модель повинна адекватно відображати головні зв'язки та напрями дослідження. Наприклад, розглянемо процес прийняття управлінських рішень щодо бізнес-процесів сільськогосподарського виробництва за допомогою моделі оптимізації застосування добрив, яка має вигляд:

$$F = \sum_{k=1}^n x_k^i y_k (c_k - v_k) - \sum_{k=1}^n z_k^i x_k^i \rightarrow \max, \quad i = \bar{1}, \bar{m} \quad (1),$$

де n — кількість культур; m — кількість видів добрив; x_k^i — площа k -ої культури, під яку вноситься i -ий вид добрив; y_k — заплановане збільшення врожайності з 1 га k -ої культури за рахунок внесення комплексу добрив; c_k — вартість 1 ц продукції k -ої культури; v_k — витрати на збирання врожаю та транспортування 1 ц k -ої культури; z_k^i — витрати на придбання, транспортування та внесення i -го виду добрив під k -у культуру на 1 га.

Головними обмеженнями є:

— загальні витрати на добрива

$$\sum_{k=1}^n z_k^i x_k^i w_k^i = Z, \quad i = \bar{1}, \bar{m} \quad (2),$$

де w_k^i — норма внесення i -го виду добрив під k -у культуру; Z — загальна сума витрат на

придбання, транспортування та внесення добрив.

— баланс добрив

$$\sum_{k=1}^n w_k^i x_k^i \leq Y_i, i = \bar{1}, \bar{m} \quad (3),$$

де Y_i — загальний обсяг добрив i -го виду, що є в наявності.

— площа культур, на якій застосовуються добрива

$$\sum_k x_k^i \leq S_k, i = \bar{1}, \bar{m} \quad (4),$$

де S_k — загальна площа під k -у культуру.

— баланс поживних речовин

$$\sum_k \beta_k^{ij} x_k^i \leq D_k^j, i = \bar{1}, \bar{m}, j = \bar{1}, \bar{z} \quad (5),$$

де β_k^{ij} — норма внесення i -го добрива під k площу в кг д.р.; j — група добрив (азотні, фосфорні, калійні); D_k^j — максимальний обсяг внесення добрив j -ої групи під k -у культуру.

— баланс площ (площа, під яку вносяться азотні, фосфорні та калійні добрива, має бути рівною, отже, внесення добрив з метою отримання врожайності має бути комплексним)

$$\sum_{i=1}^p x_k^i = \sum_{i=1+p}^s x_k^i = \sum_{i=1+s}^m x_k^i, k = \bar{1}, \bar{n} \quad (6),$$

де p — кількість азотних добрив; s — кількість фосфорних добрив; $(m-s)$ — кількість калійних добрив.

— невід'ємності змінних

$$x_k^i \geq 0, k = \bar{1}, \bar{n}, i = \bar{1}, \bar{m} \quad (7).$$

Узагальнюючи зауважимо, що з математичної точки зору деякі економічні процеси в агробізнесі є однаковими та можуть бути описані за допомогою типових моделей.

Таким чином, за допомогою економіко-математичного моделювання можливо вирішувати конкретні економічні проблеми та практичні задачі в сфері управління виробничо-економічною діяльністю сільськогосподарських підприємств.

ВИСНОВКИ

Отже, застосування інструментарію математичних методів та моделей дає можливість якісніше обґрунтувати процес ухвалення управлінських рішень, що є необхідним для оптимального планування та пошуку резервів підвищення ефективності виробничо-збутової діяльності сільськогосподарських підприємств в умовах кризових явищ та динамічних змін зовнішнього середовища.

Подальші наукові дослідження будуть пов'язані з розробкою економіко-математичних моделей та використанням математичних методів щодо вдосконалення управління логістичними бізнес-процесами в діяльності сільськогосподарських підприємств.

Література:

1. Васильєва Н.К. Економіко-математичне моделювання в сільському господарстві: навчальний посібник / Н.К. Васильєва. Дніпропетровськ: Біла К.О., 2015. 155 с.

2. Лобода О.М. Впровадження методів економіко-математичного моделювання для оптимального управління аграрного підприємства / О.М. Лобода, Г.М. Кавун // Бізнес-навігатор. — 2019. — Вип. 2 (51). — С. 175—179.

3. Манько М.І. Особливості економіко-математичного моделювання діяльності агропромислового комплексу в умовах невизначеності / М.І. Манько // Агросвіт. — 2011. — № 21. — С. 47—52.

4. Середюк В.Б. Застосування економіко-математичних методів для розв'язання економічних задач / В.Б. Середюк // Вісник соціально-економічних досліджень. — 2014. — Вип. 1 (52). — С. 69 — 73.

5. Юрчук Н.П. Використання економіко-математичних методів в управлінні інноваційним розвитком економічних систем / Н.П. Юрчук // Інвестиції: практика та досвід. — 2015. — № 18. — С. 28—32.

References:

1. Vasilyeva, N. K. (2015), *Ekonomiko-matematychne modeliuвання v sil's'komu hospodarstvi* [Economic and mathematic modelling], Dnipro, Ukraine.

2. Loboda, O. M. (2019), "Introduction of methods of economic and mathematical modeling for optimal management of the agricultural enterprise", *Business Navigator*, vol. 2 (51), pp. 175—179.

3. Manko, M. I. (2011), "Features of economic and mathematical modeling of activity of the agro-industrial complex under uncertainty", *Agrosvit*, vol. 21, pp. 47—52.

4. Serebyuk, V. B. (2014), "Application of economic and mathematical methods for solving economic problems", *Visnyk sotsialno — ekonomichnykh doslidzhen*, vol. 1 (52), pp. 69—73.

5. Yurchuk, N. P. (2015), "The use of economic and mathematical methods in management innovative development of economic systems", *Investytsii — praktyka ta dosvid*, vol. 18, pp. 28—32.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2020 р.