

УДК 330.46:338.43

DOI: <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2021.9.14>**Кабаченко Д.В.**

кандидат економічних наук, доцент,  
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6126-4809>

**Сипало В.В.**

магістрант,  
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

**Kabachenko Dmytro, Syvalo Victoria**  
National Technical University "Dnipro Polytechnic"

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОЦІНКИ ПОТЕНЦІАЛУ АГРОПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА ШЛЯХОМ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

### DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR ASSESSING THE POTENTIAL OF AN AGRICULTURAL ENTERPRISE BY ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING

У статті наведено класифікацію методів економіко-математичного моделювання, визначено, які з них використовуються для вирішення завдань оптимізації. Розглянуто найбільш відомі прикладні моделі управління запасами, що використовуються у ринковій економіці. Сформульовано загальне поняття логістичних витрат та визначено їх склад на підприємстві. Проаналізовано загальні показники ефективності виробництва та результативності роботи підприємства загалом. Описано способи підвищення ефективності діяльності підприємства та оцінювання його ресурсного потенціалу. Розглянуто питання формування фінансового капіталу підприємства та оптимізації його структури. Визначено та проаналізовано основні концептуальні моделі, за допомогою яких розглядається процес прийняття управлінських рішень. Наведено приклади специфічних факторів, що є важливими для агропромислового комплексу.

**Ключові слова:** економіко-математичне моделювання, агропромислове підприємство, оцінка, оптимізація, управління запасами, ресурсний потенціал.

В статье приведена классификация методов экономико-математического моделирования, определено, какие из них используются для решения заданной оптимизации. Рассмотрены наиболее известные прикладные модели управления запасами, используемые в рыночной экономике. Сформулировано общее понятие логистических затрат и определен их состав на предприятии. Проанализированы общие показатели эффективности производства и результативности работы предприятия в целом. Описаны способы повышения эффективности деятельности предприятия и оценивания его ресурсного потенциала. Рассмотрены вопросы формирования финансового капитала предприятия и оптимизации его структуры. Определены и проанализированы основные концептуальные модели, с помощью которых рассматривается процесс принятия управленческих решений. Приведены примеры специфических факторов, которые являются важными для агропромышленного комплекса.

**Ключевые слова:** экономико-математическое моделирование, агропромышленное предприятие, оценка, оптимизация, управление запасами, ресурсный потенциал.

The classification of methods of economic and mathematical modeling is given in the article, which of them are used to solve optimization problems. The most well-known applied models of inventory management used in a market economy are considered. It is determined that the urgent problem for farms is the rational management of stocks of raw materials and finished products, given that this process requires a sufficient amount of financial resources and space for warehouses. This issue is especially important in the agricultural sector due to the variety of

*products and often completely different requirements for their storage. The general concept of logistics costs and their composition at the enterprise is formulated. The general indicators of production efficiency and efficiency of the enterprise as a whole are analyzed. The description of ways of increase of efficiency of activity of the enterprise and an estimation of its resource potential is given. The issues of forming the financial capital of the enterprise and optimizing its structure are considered. It is determined that increasing the efficiency of the enterprise is achieved primarily by improving production conditions, which is carried out in two ways: a radical change in the conditions of production through the introduction of new technology or a change in conditions through organizational and technical measures. If radical changes are impossible, another way is to optimize the available production resources and use them in the given conditions. Models of optimization of structure of sources of formation of the financial capital of the enterprise in which criteria of minimization of weighted average cost of the capital, maximization of level of profitability and minimization of level of financial risk are used are offered. The article identifies and analyzes the main conceptual models by which the process of making managerial decisions is considered. There are also examples of specific factors that are important for enterprises of the agro-industrial complex and taking these factors into account in making management decisions to regulate production processes and the most efficient use of enterprise potential.*

**Key words:** *economic and mathematical modeling, agro-industrial enterprise, assessment, optimization, inventory management, resource potential.*

**Постановка проблеми.** Для України є сприятливими її географічне положення, клімат і наявність значних площ родючих ґрунтів. Аграрна сфера економіки та суспільства має особливий соціальний статус через свою територіальну, поселенську та соціальну автономію щодо промислово-міської сфери [4], що змушує розглядати все більш актуальні способи регулювання та оптимізації процесів сільськогосподарських підприємств.

Математичне моделювання під час вивчення процесів аграрної галузі економіки застосовується задля визначення оптимального поєднання галузей, тобто збалансування виробництва й використання ресурсів [4]. Отже, забезпечуються раціональне використання ресурсів, найкраще розміщення та спеціалізація сільськогосподарського виробництва, оптимальне використання складу машинно-тракторного та автомобільного парку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Математичне моделювання є ефективним та універсальним інструментом дослідження закономірностей явищ та процесів. Воно дає можливість вивчити взаємозв'язки досліджуваної системи та вдосконалювати її розвиток і функціонування за допомогою моделі. Це питання розглядали такі вчені, як В.С. Бахрушин [1], Н.В. Буреннікова [9], М.А. Деміденко [3], Т.А. Говорушко [2], Л.В. Забуранна [4], І.В. Іващук [5], О.Т. Іващук [6], С.А. Нужна [8], В.О. Ярмоленко [9]. Водночас ще залишилось багато питань щодо застосування методів математичного моделювання, зокрема розроблення та реалізації управлінських рішень в умовах недостатньої кількості варіантів альтернативних рішень та потенційно непередбачених наслідків реалізації управлінських рішень.

**Формулювання цілей статті.** Мета статті полягає в обґрунтуванні впливу інструментарію економіко-математичного моделювання на розроблення та прийняття ефективних управлінських рішень в умовах зростаючої складності та інтенсифікації виробничих і управлінських процесів.

**Виклад основного матеріалу.** Економіко-математичні моделі використовуються на підприємстві для планування чи оптимізації різноманітних цілей, наприклад, для регулювання запасів на підприємстві.

Існують різноманітні методи математичного моделювання, такі як визначення та оцінювання кореляційної залежності, групування, порівняння, графічні методи, аналіз (регресійний, дисперсійний, багатofакторний кореляційно-регресійний, трансформаційний, сучасний факторний), кореляція (рангова, канонічна, часткова) й спектральний метод [9].

З них для вирішення завдань оптимізації використовуються методи дослідження функцій класичного аналізу; методи, які базуються на застосуванні невизначених множників Лагранжа; варіаційне обчислення; динамічне програмування; принцип максимуму; лінійне програмування; нелінійне програмування; геометричне програмування.

Для побудови вибраної моделі спочатку виявляються проблемні точки підприємства, які потрібно покращити, отже, відбувається постановка задачі. Тут також аналізуються текстура та взаємозв'язки об'єкта, що досліджується. Далі будується безпосередньо модель, а саме визначаються критерії та обмеження для адекватного відображення об'єкта, надається достовірна інформація про об'єкт. Остаточним кроком є аналіз адекватності моделі.

Розв'язок, отриманий після побудови моделі, піддається ретельному аналізу, а за його результатами розпочинається планування подальших рішень у оптимізації структури підприємства. Важливо оцінити точність отриманих даних для прийняття ефективних прикладних рішень.

Актуальною проблемою для господарств є раціональне управління запасами сировини та готової продукції через те, що цей процес вимагає достатньої кількості грошових ресурсів та площ для розміщення складів. Особливо важливим це питання постає в аграрному секторі через різноманітність продукції та часто абсолютно різні вимоги до їх зберігання.

В різних галузях народного господарства оптимізувати вирішення цих питань давно намагаються за допомогою оптимізації поставлених завдань із використанням економіко-математичних методів із точки зору ефективності виробничого процесу загалом [6].

Найбільш відомими прикладними моделями управління запасами, що використовуються в умовах ринкової економіки, є такі [5]:

- модель EOQ (*economic order quantity*, «розрахунок оптимальної величини замовлення») для запасів матеріальних ресурсів;
- модель EPR (*economic production run*, «розрахунок оптимальної величини партії випуску») для запасів готової продукції.

Розрахунок EOQ проводиться на основі загальних сумарних витрат  $Q$ , які можна представити у вигляді такої функції:

$$C = C_k + C_z + C_x + C_d + C_d;$$

де  $C_k$  – витрати на придбання, що визначаються вартістю одиниці продукції;  $C_z$  – витрати на оформлення замовлення, що являють собою постійні витрати, пов'язані з розміщенням замовлення у постачальників та його транспортуванням;  $C_x$  – витрати на зберігання запасу, що відображають витрати на утримання та переробку запасу на складі;  $C_d$  – втрати від дефіциту запасу, що включають, по-перше, потенційні втрати прибутку через відсутність достатнього запасу, по-друге, можливі втрати у разі втрати довіри покупців.

Прикладна модель управління запасами готової продукції (*economic production run*, EPR) є модифікацією моделі EOQ і використовується для синхронізації виробництва й збуту. Тут розраховується оптимальний розмір однієї партії випуску, що зводить до мінімуму сукупні витрати (з переробки і зберігання одиниці запасів готової продукції).

$$EPR = \sqrt{\frac{2QS}{C}},$$

де EPR – кількість одиниць випуску в одній виробничій партії;  $Q$  – оцінка річного випуску;  $S$  – витрати з переробки;  $C$  – вартість зберігання одиниці запасів готової продукції протягом одного року.

Використання вже відомих методів дає можливість визначати оптимальні параметри для регулювання запасів підприємства більш точно, швидко та детально. Схожі моделі застосовуються до процесів логістики.

Логістичними витратами можна вважати ті, що пов'язані з переміщенням та зберіганням матеріальних цінностей. Більш детальний перелік розширюється такими витратами:

- утримання закупівельних підрозділів всередині підприємства;
- обробка замовлень;
- складання та оформлення різноманітних договорів із постачальниками та клієнтами;
- розташування продукції в складському приміщенні відповідно до вимог і стандартів;
- облік заготовчих операцій;
- витрати на забезпечення відповідного функціонування виробничо-диспетчерського підрозділу;
- переобладнання та переналагодження приміщень складу.

Точно вирахувати логістичні затрати на підприємствах агропромислового комплексу неможливо, оскільки виникають фактори, що не можуть бути розраховані відомими методами бухгалтерського обліку. Так, можна лише постійно та чітко контролювати їх. Облік логістичних витрат має бути інтегрований з їх нормуванням, плануванням, аналізом до єдиної інформаційної системи. Таким чином, відхилення в процесі логістики будуть виявлятися більш оперативно.

Від затрат, до яких належать витрати логістики та регулювання запасів, залежить прибуток підприємства. Прибуток є безпосереднім результатом виробничих процесів на підприємстві. Взаємозв'язки таких процесів показують ефективність виробництва.

До загальних показників ефективності виробництва належать трудомісткість, фондоемність та капіталоємність. Оберненими до них є показники продуктивності праці, фондівіддачі та капіталовіддачі відповідно.

Узагальнено стан діяльності підприємства виражається такими категоріями результативності роботи:

- дієвість – ступінь досягнення підприємством поставлених цілей, ступінь завершення необхідної для споживачів роботи;
- економічність (те, наскільки економічно вигідно використовуються ресурси у процесі виробництва);
- якість (те, наскільки продукція підприємства відповідає вимогам ринку);
- прибутковість – співвідношення валового прибутку та фактичних витрат;
- продуктивність – співвідношення кількістю виробленої продукції і кількістю затрат на її випуск;
- якість трудового життя (те, наскільки працівники зацікавлені в розвитку підприємства, соціальний показник);
- впровадження нововведень – процес, за допомогою якого підприємство одержує нові та більш досконалі товари та послуги [4].

Задачею керівника є визначення найбільш значимої категорії для підприємства. Постає також питання їх оптимальної комбінації та раціонального подальшого розвитку.

Підвищення ефективності досягається шляхом поліпшення умов виробництва двома способами, а саме радикальною зміною умов протікання виробництва шляхом впровадження нової технології чи зміною умов за рахунок вжиття організаційно-технічних заходів. За неможливості радикальних змін іншим способом слід оптимізувати наявні виробничі ресурси та використати їх у заданих умовах.

Для цього можна побудувати економіко-математичну модель з урахуванням таких елементів, як урожайність культур, ринкова ціна, собівартість продукції, ресурсний потенціал, продуктивність тварин. Така модель може використовуватись для проведення аналізу діяльності сільськогосподарських підприємств за різні періоди часу та

виявлення особливостей підприємства загалом і різних його підрозділів [8]. Результати такого аналізу використовуються як для оцінювання ресурсного потенціалу підприємства, так і для оптимізації обсягів реалізації.

Формування фінансового капіталу є більш складним завданням для власників господарств. Необхідним є визначення джерел його утворення та доцільність їх залучення.

Проблемою формування фінансового капіталу є обґрунтування його раціональної структури, що істотно впливає на рівень фінансової стійкості підприємства. Доцільно розглянути можливість оптимізації розмірів фінансового капіталу.

Вартість фінансового капіталу є ефективним інструментом для прийняття рішень щодо придбання необоротних активів, а також мірилом ринкової вартості підприємства [2]. Цей показник безпосередньо використовується в оптимізації структури капіталу.

Вирішення проблеми забезпечення фінансування господарської діяльності за недостатньої величини власних коштів без використання збільшення обсягу позикових коштів є можливим лише в процесі оптимізації структури джерел формування фінансового капіталу. Пропонується здійснення оптимізації на основі трьох моделей, у яких використані такі критерії оптимізації, як мінімум середньозваженої вартості капіталу; максимум рівня рентабельності; мінімум рівня фінансового ризику.

Зазвичай від функціональності підприємства не залежить наявність конкурентів, адже на ринку вони є завжди. Вагомою проблемою це є для сільськогосподарських підприємств України, адже ця галузь є основною для країни. Таких фірм існує велика кількість, вони суттєво не відрізняються одна від одної, тому для кожної з них пріоритетною задачею є покращення своїх показників серед конкурентів.

Одними з найцікавіших методів оцінювання конкурентоспроможності потенціалу підприємства є прикладні моделі, що поєднують декілька ознак. За напрямом формування інформаційної бази існують критеріальні та експертні методи оцінювання. Критеріальні методи є найточнішими за рахунок використання абсолютних значень ключових показників у разі забезпечення їх повної достовірності. Експертні методи є менш точними, але більш простими. Вони базуються на думці досвідчених експертів, але це є також їх недоліком, оскільки така оцінка може не бути об'єктивною.

За способом відображення кінцевого результату методи оцінювання є математичними, графічними та логічними. Математичні базуються на факторних моделях оцінки, які полягають у розрахунку одного чи кількох показників, графічні є найбільш зручними для сприйняття інформації, а логічні базуються на логічних припущеннях.

За можливістю розроблення управлінських рішень методи є одномоментними та стратегічними. Це оцінювання фактичного стану речей на підприємстві та розроблення довгострокових стратегічних заходів відповідно [3].

За способом оцінювання є індикаторні та матричні методи. В індикаторних використовується система характеристик, які дають змогу описати об'єкт і сформулювати рекомендації з підвищення результативності. В основу матричних методів покладено ідею розгляду процесів конкуренції в їх взаємозалежності та динаміці, що дає змогу оцінювати як конкретне підприємство, так і його найближчих конкурентів.

Ефективність роботи господарств значно залежить від правильності вибору підходу до процесу прийняття управлінських рішень. Особливо гостро це постає в умовах недостатньої кількості варіантів альтернативних рішень, потенційно непередбачених наслідків від реалізації рішень, низької вірогідності правильності розуміння та точності виконання поставлених завдань колективом [7].

Головним об'єктом впливу цього директивного акта є соціально-економічні відносини, процеси та явища виробництва. Від рішення керівника залежить те, яким чином буде здійснена реалізація поставлених завдань, як довго цей процес буде тривати, які

працівники будуть задіяні у виконанні конкретних обов'язків. Також задачею керівника є забезпечення активності виконавців у процесі.

У сучасній теорії прийняття управлінських рішень прийнято виділяти такі основні концептуальні моделі, за допомогою яких може описуватись процес прийняття рішень [1]:

- нормативні, що описують стратегію поведінки під час вироблення рішення, яка орієнтується на заданий критерій;
- дескриптивні, що призначені для опису та пояснення явищ, які фактично спостерігаються, або для прогнозування цих явищ;
- індуктивні, що будуються на основі узагальнення спостережень за одиничними частковими фактами, що вважаються важливими для прийняття управлінського рішення;
- дедуктивні, що базуються не на аналізі конкретних фактів, а на спрощеній системі гіпотетичних ситуацій;
- проблемно-орієнтовані, що будуються на нових методах моделювання, що застосовуються до певної проблемної ситуації прийняття рішення;
- моделі рішення, що розробляються з розрахунком можливостей проведення експериментів з ними, а також можливостей застосування сучасних управлінських технологій, спрямовані на вирішення найважливіших управлінських завдань;
- одноцільові, що мають чітко визначену ціль, досягнення якої прагне організація, або декілька цілей у комплексі;
- багатоцільові, за яких припускається досягнення декількох незалежних цілей, які не зводяться до однієї комплексної;
- детерміновані, за яких результати на виході однозначно визначаються управлінською дією;
- стохастичні, за яких під час зазначення на вході моделі певної сукупності значень на її виході можуть бути отримані різні результати залежно від дії випадкового фактору.

Кількість управлінських моделей є настільки ж різноманітною, наскільки різноманітними є проблеми, для вирішення яких ці моделі передбачені. Це моделі управління запасами, модель масового обслуговування, лінійного, нелінійного та динамічного програмування, моделі економічного аналізу тощо. Розроблення моделей під час прийняття рішень є важливою невід'ємною частиною діяльності сучасних підприємств.

**Висновки.** Застосування економіко-математичного моделювання у діяльності підприємств основною метою має оптимізацію виробничих процесів. Методи моделювання у сучасних умовах є найбільш актуальним та ефективним способом як у забезпеченні виробництва, так і для оцінювання результатів діяльності підприємства.

Так, для агропромислового комплексу важливим є врахування великої кількості факторів, що впливають на майбутні результати виробництва. Наприклад, за допомогою таких систем можна припустити обсяг врожаю на кілька років вперед за показниками минулих років або потенційний приріст кількості тварин за сезон у разі зміни конкретного корму. Такі незначні зміни у процесі виробництва можуть мати потенційний збиток, що не завжди можна припустити логічними висновками.

Модель є відтворенням такого процесу, і за її результатами формується більш точна картина того, які рішення слід приймати керівникам щодо регулювання процесів виробництва та найефективнішого використання потенціалу підприємства. Розв'язок моделі зводиться до пошуку найбільш вигідного способу досягнення максимальної дохідності від реалізації в певних умовах. Такий підхід забезпечує мінімізацію ризику та максимізацію прибутку, що є основною метою діяльності усіх виробничих підприємств.

**Список використаних джерел:**

1. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник. Запоріжжя : КПУ, 2011. 268 с.
2. Говорушко Т.А., Климаш Н.І. Управління ефективністю діяльності підприємств на основі вартісно орієнтованого підходу : монографія. Київ : Логос, 2013. 204 с.
3. Деміденко М.А., Кабаченко Д.В. Economic models of optimal enterprise production output strategy. *Економічний вісник Національного гірничого університету*. 2020. № 1. С. 210–216.
4. Забуранна Л.В. та ін. Оптимізаційні методи та моделі : підручник. Київ, 2014. 372 с.
5. Івашук О.В. Управління запасами як складова методології керування підприємством. *Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського*. 2015. Вип. 4. С. 404–407.
6. Івашук О.Т. Економіко-математичне моделювання в аграрному менеджменті : навчальний посібник. Тернопіль : Економічна думка, 2009. 232 с.
7. Захарчук Д.В., Осиковський В.К., Бурденюк І.І. Моделі прийняття управлінських рішень в системі управління підприємством. *Кібернетичне управління економічними об'єктами* : матеріали Всеукраїнської студентської конференції, 20 квітня 2017 р. Вінниця : ВНАУ, 2017. С. 36–38.
8. Нужна С.А., Самарець Н.М. Оптимізація використання виробничих ресурсів підприємствами аграрного сектору. *Економічний аналіз*. 2018. Т. 28. № 4. С. 225–234.
9. Ярмоленко В.О., Буреннікова Н.В., Гавриш К.В., Завгородній І.В. Складові результативності функціонування складних систем як об'єкти моделювання: оновлений авторський погляд. *Global science and education in the modern realities '2020* : conference proceedings. 2020. No. 1. P. 252–255.

**References:**

1. Bakhrushyn V.Ye. (2011) *Metody analizu danykh* [Methods for the analysis of danikhs]: navchalnyi posibnyk. Zaporizhzhia: KPU. 268 p.
2. Hovorushko T.A., Klymash N.I. (2013) *Upravlinnia efektyvnistiu diialnosti pidpriemstv na osnovi vartisnooriyentovanoho pidkhodu* [Management of the efficiency of enterprises on the basis of a varied approach]: monohrafiia. Kyiv: Lohos. 204 p.
3. Demidenko M.A., Kabachenko D.V. (2020). Economic models of optimal enterprise production output strategy. *Ekonomichnyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, no. 1, pp. 210–216.
4. Optymizatsiini metody ta modeli [Optimization methods and models] (2014) / L.V. Zaburanna ta in.: pidruchnyk. Kyiv. 372 p.
5. Ivashchuk O.V. (2015) *Upravlinnia zapasamy yak skladova metodolohii keruvannia pidpriemstvom* [Inventory management yak warehouse methodology keruvannya by an enterprise] Mykolaivskiy natsionalnyi universytet imeni V.O. Sukhomlynskoho. Vyp. 4, pp. 404–407.
6. Ivashchuk O.T. (2009) *Ekonomiko-matematychnye modeliuvannia v ahrarnomu menedzhmenti* [Economics and Mathematics Models in Agrarian Management]: navch. posib. Ternopil: Ekonomichna dumka. 232 p.
7. Zakharchuk D.V., Osikovskiy V.K., Burdeniuk I.I. (2017) *Modeli pryiniattia upravlinskykh rishen v systemi upravlinniam pidpriemstvom* [Models of acceptance of management solutions in the management systems of an enterprise]. *Kibernetychne upravlinnia ekonomichnymy ob'ektamy*: materialy vseukr. stud. konf. (Ukraina, Vinnytsia, 20 kvitnia 2017). Vinnytsia, VNAU, 2017, pp. 36–38.
8. Nuzhna S.A., Samarets N.M. (2018) *Optymizatsiia vykorystannia vyrobnychykh resursiv pidpriemstvamy ahrarnoho sektoru* [Optimization of distribution of viral resources by enterprises of the agrarian sector]. *Ekonomichnyi analiz*. Tom 28, no. 4, pp. 225–234.
9. Yarmolenko V.O., Buriennikova N.V., Havrysh K.V., Zavhorodnii I.V. (2020) *Skladovi rezultatyvnosti funktsionuvannia skladnykh system yak ob'ekty modeliuvannia: onovleni avtorskyi pohliad* [Warehouse for the effectiveness of the functions of folding systems yak ob'ekti model: innovations author's look]. *Conference proceedings "Global science and education in the modern realities '2020"*, no. 1, 2020, pp. 252–255.