

methodological basis for the development and distribution of insurance relations in the agricultural sector of the economy, to which, according to the research results, the following principles are attributed: voluntary participation, mutual interest, tariff justification, food security, subsidies and financial stability.

This systematization will allow to properly coordinate the professional activities of participants in both the insurance market and its agricultural insurance segment aimed at neutralizing the risks of various species.

Key words: *agricultural insurance, insurance principles, insurance protection, agricultural risks, rhinestone companies; agricultural producers and agricultural insurance market.*

УДК 519.87: 631.11

DOI 10.31395/2415-8240-2020-97-2-35-44

ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВСТАНОВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНУ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА ЧЕРКАЩИНІ

В. С. УЛАНЧУК, доктор економічних наук

О. В. ЖАРУН, кандидат економічних наук

С. Ю. СОКОЛЮК, кандидат економічних наук

О. С. ТУПЧІЙ, кандидат економічних наук

Уманський національний університет садівництва

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.

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

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 та публікацій. Вивченню теорії та практики використання економіко-математичних методів та моделей під час прийняття ефективних управлінських рішень у діяльності підприємств присвячені наукові праці таких вчених: С.А. Нужна [1], В.Г. Андрійчук [2], О.М. Онищенко [4], П.Т. Саблук [5] 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.

Методика досліджень. Теоретико-методологічною основою дослідження слугували наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених, провідних спеціалістів у сфері моделювання. При проведенні дослідження використано: метод порівняння, економіко-математичний, абстрактно-логічний, статистичний, емпіричний та графічний методи.

Результати дослідження. Порушення сівозміни, яке нині спостерігається практично повсюдно, порушення балансу поживних елементів, інтенсивний обробіток ґрунту — ось це головні чинники, що наразі призводять до посилення деградаційних процесів [7]. В більшості сільськогосподарських підприємств широко використовуються системи обробітку, які направлені на інтенсивний механічний обробіток ґрунту, значну розораність земель, порушення технології застосування органічних і мінеральних добрив, вирощування культур і сортів інтенсивного типу та значне розширення площ під ґрунтовиснажливими культурами — соняшником і ріпаком, що призвело до погіршення структури ґрунтів, посилення темпів їх агрофізичної деградації та ерозійних процесів, зменшення вмісту гумусу в ґрунті [3].

Тому, враховуючи, що рівень інтенсифікації виробництва сільськогосподарських підприємств різний, потрібно, зупинити втрати гумусу, а відтворення ґрунтів оцінювати за збільшенням в них вмісту поживних речовин, у першу чергу фосфору й калію, що засвоюються рослинами.

Фосфорні і калійні добрива, які потрібні для підтримання родючості, аграрними виробниками вносяться в незначній кількості, а основна увага надається азотним добривам, ціни на які постійно зростають внаслідок значного скорочення вітчизняного виробництва добрив.

Основна частина землекористувачів не проводить жодних заходів, спрямованих на збереження ґрунтів та підвищення їхньої родючості так як свою діяльність направляють на отримання максимальних прибутків за мінімальних витрат [10].

Ряд передових господарств використовують інноваційні підходи щодо вирощування сільськогосподарських культур та обробки ґрунтів, серед яких — органічне виробництво, крапельне зрошення, *No-till* технології.

Щоб впроваджувати нову технологію, потрібні передумови, які б спонукали аграріїв до її використання. Основними умовами поширення *No-till* в Україні, окрім ґрунтово-кліматичних, є соціально-економічні. Така технологія дає можливість у 3–5 разів підвищити продуктивність праці, скоротити витрати на оплату праці в 1,6 рази, техніку — 1,5, паливе — 2,2 рази. Головна перевага *No-till* технології перед традиційною — це зменшення механічного впливу на ґрунт, збереження та покращення ґрунтової родючості та значна ресурсо- та енергозберігаюча ефективність. Також при безвідвальній технології обробку ґрунту зменшується шкідливий вплив водної та вітрової ерозії на ґрунт в порівнянні з оранкою [8].

При нинішній організації сільського господарства урожай на 80 % залежить від природи. При системі *No-till* вплив погоди і клімату на ефективність рослинництва зведений до 20 %, решта 80 % припадає на технології і управління в сільському господарстві, які об'єднані в одну систему.

Основний напрямок діяльності аграрної підприємств має бути спрямований на підвищення якості сільськогосподарської продукції у відповідності до міжнародних стандартів, так як значні обсяги продукції України іде на експорт [9].

Нами розроблена економіко-математична модель встановлення оптимальної плану розвитку сільськогосподарського виробництва в регіоні, що забезпечує збереження родючості ґрунтів та високоефективне виробництво продукції. Дана економіко-математична модель формувалась на прикладі інформації по сільськогосподарських підприємствах Черкаської області. Землі Черкащини представлені типами ґрунтів: чорноземи типові — 61 %; чорноземи опідзолені — 9,7 %; опідзолені лісові ґрунти — 2,4 %; лучно — болотні та лучні — 25,6 %; дерново-підзолені — 1,2 %.

Розроблена економіко-математична модель складається із п'яти блоків, відповідно до наявних типів ґрунтів в Черкаській області та окремим блоком виділено галузі тваринництва. Розмір матриці задачі включає 409 змінних та 226 обмежень.

Модель має такий вигляд:

Знайти $x_{\mu r}, x_{s\mu r}, x_{sr}, x_i, x_j, x_q, x_z, x'_{sl\mu}, x_{ur}, y_j^i$, які перетворюють в

максимум цільову функцію $Z_{\max} = \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} c_{sr} x_{s\mu r} + \sum_{j \in J} c_j x_j - x_z$

При наступних обмеженнях:

1. Використання сільськогосподарських угідь:

$$\sum_{s \in S} a_{isr} x_{sr} \leq N_{ir}, \quad (i \in I) \quad (r \in R)$$

2. Використання ріллі кожного типу земель:

$$\sum_{\mu \in M} x_{\mu r} \leq A_r \quad (r \in R)$$

3. Відповідність сільськогосподарських культур структурі та розмірам сівозмін:

$$\sum_{s \in S_\ell} x_{s\mu r} = \beta_{\ell\mu} x_{\mu r} \quad (r \in R) \quad (\mu \in M) \quad (\ell \in L)$$

4. Співвідношення між посівними площами певних сільськогосподарських культур в середині окремих їх груп:

$$x_{s\ell\mu} = \varphi_{s\ell\mu} x'_{s\ell\mu} \quad (s \in S) \quad (\ell \in L)$$

5. Використання наявних трудових ресурсів та можливе їх залучення для виконання виробничих процесів:

$$\sum_{s \in S} a_{isr} x_{s\mu r} - \tilde{o}_r \leq B_r \quad (i \in I_1) \quad (r \in R)$$

6. Визначення потреби в мінеральних добривах:

$$\sum_{s \in S} a_{usr} x_{s\mu r} - x_{ur} = 0 \quad (u \in I_3) \quad (r \in R)$$

7. Обсяги реалізації продукції рослинництва

$$\sum_{s \in S} d_{psr} x_{s\mu r} \geq Q_{pr} \quad (p \in I_4) \quad (r \in R)$$

8. Виробництво та забезпечення кормами галузей тваринництва і птахівництва

$$\sum_{r \in R} \sum_{s \in S} v_{hsr} \tilde{o}_{s\mu r} \geq \sum_{j \in J} f_{hj} x_j \quad (h \in H)$$

9. Забезпечення поголів'я тварин та птиці різними поживними речовинами:

$$\sum_{s \in S} \sum_{r \in R} g_{esr} x_{s\mu} \geq \sum_{j \in J} f_{ej} x_j \quad (e \in I_5)$$

10. Гарантовані обсяги реалізації продукції галузей тваринництва:

$$\sum_{j \in J} d_{ij} x_j \geq Q_i \quad (i \in I_6)$$

11. Загальний гарантований обсяг реалізації продукції рослинництва в цілому по регіону:

$$\sum_{r \in R} \sum_{s \in S} d_{osr} \tilde{o}_{s\mu r} \geq Q_\omega \quad (\omega \in I_7)$$

12. Розрахунок валової продукції в співставних (постійних) цінах:

$$\sum_{r \in R} \sum_{s \in S} g_{sr} \tilde{o}_{s\mu r} + \sum_{j \in J} g_j x_j = x_q$$

13. Обмеження та визначення суми витрат для виконання встановлених умов:

$$\sum_{r \in R} \sum_{s \in S} a_{s\mu r} \tilde{o}_{s\mu r} + \sum_{j \in J} a_j x_j = x_z$$

14. Обмеження для встановлення мінімальної чисельності поголів'я окремих видів тварин та птиці:

$$y_j^i \geq K_i$$

15. Умова невід'ємності змінних:

$$\left\{ x_{\mu r}, x_{s\mu r}, x_{sr}, x_i, x_j, x_q, x_z, x'_{s\ell\mu}, x_{ur}, y_j^i \right\} \geq 0$$

Для формування моделі використовувалися наступні умовні позначення

Індексація:

j – номер змінних, що показують поголів'я тварин та птиці;

s – номер змінних, що показують розмір площі сільськогосподарських культур;

r – індекс, який показує номер типу земель представлений в моделі окремим блоком ($r = 1, 2, 3 \dots R$);

M – множина різних схем сівозмін;

L – множина видів культур, що можуть бути рівнозначні як попередники в структурі певної сівозміни;

R – множина типів земель в регіоні;

J – множини елементи якої є номери видів тварин;

S – множини, елементи якої є номери площ сільськогосподарських культур;

I_1 – множина видів земельних угідь;

I_2 – множини видів трудових ресурсів;

I_3 – множина обмежень по визначенню обсягу потреб в мінеральних добривах;

I_4 – множини видів продукції рослинництва;

I_6 – множини видів продукції тваринництва;

I_5 – множина обмежень що формують раціон тварин з врахуванням необхідних поживних речовин;

I_7 – множина обмежень по виконанню обсягу реалізації продукції рослинництва в регіоні.

Техніко-економічні коефіцієнти:

α_{sr} – логічний коефіцієнт зв'язку, який може приймати значення 0; 1.;

$\beta_{\ell\mu}$ – питома вага ℓ -ї групи сільськогосподарських культур в μ -ій схемі сівозміни;

a_{isr} – затрати i -го виду трудових ресурсів на один гектар вирощування s -ої сільськогосподарської культури на r -ому типі земель;

a_{usr} – потреба в u -ому виді мінеральних добрив на вирощування гектара s -ої сільськогосподарської культури на r -ому типі земель;

a_{sr} – витрати на гектар s -ої сільськогосподарської культури при вирощуванні на r -ому типі земель;

a_{zj} – витрати на голову j -го виду тварин та птиці;

$\varphi_{\ell\mu}$ – коефіцієнт пропорційності між площами окремих сільськогосподарських культур в середині ℓ -ої групи культур в μ -ій схемі сівозміни;

d_{psr} – вихід товарної продукції рослинництва p -го виду з одиниці площі s -ої сільськогосподарської культури на r -ому типі земель;

v_{hsr} – вихід кормів h -го виду з одиниці площі s -ої сільськогосподарської культури на r -ому типі земель;

g_{esr} – вихід поживних речовин e -го виду з одиниці площі s -ої сільськогосподарської культури на r -ому типі земель;

d_{ij} – обсяг i -ої товарної продукції тваринництва отриманої від однієї голови j -го виду тварин та птиці;

d_{osr} – вихід ω -ого виду продукції рослинництва отриманого від s -ої сільськогосподарської культури на r -ому типі земель;

c_{sr} – ціна реалізованої товарної продукції, яка одержується в розрахунку на одиницю вимірювання s -ої сільськогосподарської культури, що вирощується на r -ому типі земель;

c_j – ціна реалізації продукції, яка одержується від однієї голови j -го виду тварин та птиці;

f_{hj} – потреба в h -ому виді корму в розрахунку на голову j -го виду тварин та птиці;

f_{ej} – потреба e -ї поживній речовині j -им видом тварин та птиці;

N_{ir} – площа i -го виду земель, що відносяться до сільськогосподарських угідь, які розміщені на r -ому типі земель;

A_r – площа, яку займає рілля на r -ому типі земель;

K_i — мінімальна чисельність окремих видів тварин та птиці;
 B_i — наявність i -их трудових ресурсів;
 Q_{pr} — обсяг продажу p -го виду продукції рослинництва з r -ого типу земель;
 H — множина видів кормів;
 Q_i — обсяг продажу i -го виду продукції тваринництва;
 Q_{ω} — загальний обсяг продажу ω -го виду продукції рослинництва.

Змінні величини:

$x_{\mu r}$ — площа сівозміни за μ -ою її схемою в r -ому типі земель;
 $x_{g\mu r}$ — площа s -ої культури, що буде розміщена в сівозміні за μ -ою її схемою на r -ому типі земель;
 x_{sr} — площа різних видів земель, що входять в склад сільськогосподарських угідь на r -ому типі земель;
 x_i — додаткове залучення i -их трудових ресурсів в сільськогосподарське виробництво для виконання заданої програми;
 x_j — поголів'я j -го виду тварин та птиці;
 x_q — валова продукція в постійних цінах 2010р;
 x_z — сума витрат;
 x_{ur} — маса u -го виду мінеральних добрив для вирощування сільськогосподарських культур на r -ому типі земель;
 $x'_{s\ell\mu}$ — площа s -ої сільськогосподарської культури в середині ℓ -ої групи культур в μ -ій схемі сівозміни;
 y_j^i — поголів'я окремих видів тварин та птиці.

У відповідності до вимог задачі склад і кількість змінних залежить від кількості сільськогосподарських культур вирощуваних за різними схемами сівозмін, видів і груп тварин, які вирощуються в регіоні. Слід мати на увазі, що одна і та ж сільськогосподарська культура, як правило, не може бути представлена однією змінною в різних блоках матриці задачі.

Галузі тваринництва подаються в математичній моделі окремим блоком змінних і обмежень, які відображають поголів'я тварин у розрізі статеві-вікових груп, їхню продуктивність, отриману валову продукцію, витрати кормів та затрати праці.

Висновки. Дану економіко-математичну модель доцільно використовувати в кожному регіоні України, але в матрицю задачі уводиться інформація відповідно до конкретного регіону, стану та типів його ґрунтів, інноваційних технологій їх використання направлених на отримання високоякісної сільськогосподарської продукції відповідно до міжнародних стандартів та відновлення родючості ґрунтів.

Література:

1.Нужна С.А. Математичні аспекти моделювання та планування діяльності агропромислових підприємств в умовах невизначеності. *Вісник*

Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2016. № 3(41). С. 128–133.

2. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств. Київ: КНЕУ, 2002. 624 с. Режим доступа: https://kneu.edu.ua/ua/science_kneu/scientific_schools/agrm/agrm_praci/agrm_prazi/espidak/

3. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2003. 408 с.

4. Онищенко О. М. Оптимізація галузевої структури сільськогосподарських підприємств. Київ: Урожай, 2012. 207 с.

5. Саблук П. Т. Проблеми забезпечення дохідності агропромислового виробництва в Україні в постіндустріальний період. *Економіка АПК*. 2018. № 4. С. 19–37.

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

7. Наконечний С. І., Савіна С. С. Погодний ризик АПК: адаптивне моделювання, економічне зростання та прогнозування. Київ: ДЕМІУР, 2008. 162 с.

8. Нужна С. А. Інформаційна технологія формування числової економіко-математичної моделі поєднання галузей сільськогосподарських підприємств. *Економіка: проблеми теорії та практики*. 2019. Вип. 255. С. 1686–1692.

9. Лупенко Ю. О. Моделювання соціально-економічних відносин у процесі наукових досліджень. *Економіка АПК*. 2018. № 2. С. 5–12.

10. Павлик В. П. Використання моделювання в управлінні сільськогосподарськими підприємствами. *Економіка АПК*. 2018. № 4. С. 70

References:

1. Nuzhna, S. A. (2016). Mathematical aspects of agricultural enterprises design and planning under uncertainty. *News of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, no. 41(3), pp. 128-133.

2. Andriychuk, V. G. (2002). The economy of agrarian enterprises. Kyiv: KNEU, 624. Retrieved from: https://kneu.edu.ua/ua/science_kneu/scientific_schools/agrm/agrm_praci/agrm_prazi/espidak/.

3. Vitlinskyj, V. V. (2003). Modeling the economy. Kyiv: KNEU, 408.

4. Onyshhenko, O. M. (2012). Optimization of the sectoral structure of agricultural enterprises. Kyiv: Harvest, 207.

5. Sabluk, P. T. (2018), Problems of ensuring the profitability of agro-industrial production in Ukraine in the post-industrial period. *Ekonomika APK*, no. 4, pp. 19–37.

6. Vasylieva, N. K. (2015). The economic and mathematical modeling in agriculture. Dnipropetrovsk: Bila K. O., 155 p.

7. Nakonechnyj, S., Savina, S. (2008). Weather risk of agroindustrial complex: adaptive modeling, economic growth and forecasting. Kyiv: DEMOUR, 162 p.

8. Nuzhna, S. A. (2019). Information technology of formation of numerical economic-mathematical model of combination of branches of agricultural enterprises. *Economics: problems of theory and practice*, no. 255(9), pp. 1686–1692.

9. Lupenko, Yu. O. (2018). Modeling of socio-economic relations in scientific research processes. *Ekonomika APK*, no. 2, pp. 5–12.

10. Pavlyk, V. P. (2018). Usage of modeling in the management of agricultural enterprises. *Ekonomika APK*, no. 4, pp. 70

Аннотация

Уланчук В.С., Жарун Е.В., Соколюк С.Ю., Тупчий О.С.

Теоретический аспект экономико-математической модели установления оптимального плана развития сельскохозяйственного производства в Черкасской области

В статье рассмотрены особенности применения математических методов и моделей в управлении аграрными предприятиями. Проанализирована роль математических методов и моделей при принятии управленческих решений менеджерами аграрных предприятий. Довольно часто руководители хозяйств отдают предпочтение стихийному развитию рынка, пренебрегая его плановой составляющей. Однако, изменения, происходящие в аграрном секторе требуют учета при планировании перспективного развития всего АПК. И поэтому существенно повышается роль экономико-математического моделирования различных процессов данного сектора экономики. Предложено оптимизационную модель развития с.-х. предприятий и обоснована эффективность внедрения инновационных технологий в производство продукции растениеводства. Доказано, что применение методов математического моделирования экономических, маркетинговых и производственных процессов позволяет эффективно использовать имеющуюся ресурсную базу в процессе достижения стратегических целей аграрного предприятия и учитывать существенные источники неопределенности и минимизировать негативные экономические последствия.

Систематизированы арсенал экономико-математических методов и моделей, используемых при принятии управленческих решений по маркетинговым бизнес-процессам. Приведены признаки по которым классифицированы экономико-математические модели, в используются в аграрном производстве. Определены способы построения оптимизационных моделей, используемых в сельском хозяйстве. Рассмотрен процесс принятия управленческих решений по управлению бизнес-процессами с помощью модели оптимизации применения удобрений. Установлено, что с помощью экономико-математического моделирования можно решать конкретные экономические проблемы и практические задачи в области управления производственно-экономической деятельностью сельскохозяйственных предприятий.

Ключевые слова: математические методы, экономико-математическое моделирование, управление, аграрные предприятия, сельскохозяйственное производство.

Annotation

Ulanchuk V., Zharun O., Sokolyuk S., Tupchy O.

Theoretical aspect economic and mathematical model of establishing the optimal plan for the development of agricultural production in cherkasy region

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.

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