

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОЇ СТРУКТУРИ
ВИСОКОТОВАРНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Досліджено ретроспективу розвитку моделювання в сільському господарстві. Охарактеризовано загальні підходи до оптимізації виробничої структури високотоварних сільськогосподарських підприємств та наведено критерії оптимальності в сучасних умовах господарювання.

Розроблена економіко-математична модель оптимізації виробничої структури для типових високотоварних господарств

Постановка проблеми. Для забезпечення населення продовольством, промисловості сировиною, сільське господарство залишається найважливішою галуззю виробництва. Це незамінне джерело додаткової робочої сили для несільськогосподарських галузей та чистого прибутку. Саме тут створюється більш як 30 % національного доходу та близько 75% фонду споживання. За даними ООН, потенціал українських земель дозволяє забезпечувати продуктами харчування близько 100 млн. чол. Проте хаотичне, непродумане та безсистемне реформування даної галузі останніх років призвело її до структурних диспропорцій та соціально-економічної кризи.

Вихід з даної ситуації бачиться в застосуванні сучасних методів системного аналізу та кібернетики в управлінні аграрним сектором. Дане питання особливо актуальне у зв'язку з дисбалансом виробничої структури сільського господарства, що призвело до суттєвого скорочення виробництва продукції тваринництва, порушення науково обґрунтованого ведення рослинництва, виснаження ґрунтів та напруженості соціального становища на селі. Організація управління сільським господарством за цих умов потребує залучення нових технологій та розробки системи моделей оптимізації розвитку галузі.

Сучасне планування виробництва в аграрному секторі економіки України неможливе без застосування методів економіко-математичного моделювання. На підприємства агропромислового комплексу впливає велика кількість факторів зовнішнього середовища в результаті чого формується область невизначеності умов, на базі яких приймаються управлінські рішення. Результатом використання моделювання стане можливість збалансування виробничої структури, пристосування її до конкретних умов господарювання та підвищення ефективності планування діяльності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання застосування математичних моделей в сільському господарстві завжди привертало увагу науковців. Вітчизняні і зарубіжні вчені здобули значних результатів у розв'язанні задач структурної оптимізації виробничих процесів. Питанням системного аналізу та моделювання економіки присвячені роботи Вітлінського В.В., Глушкова В.М., Згуровського М.З., Івахненка О.Г., Монахова А.В., Ляшенка І.М. та ін. Цими авторами розроблені моделі та методи дослідження економічних систем. Суттєвий вклад у теорію економіко-математичного моделювання галузей народного господарства внесли наукові праці Бакаєва О.О., Ємельянова О.С., Панченка А.І., Кравченка В.М., Кириленка І.Г. та ін. Нажаль, не всі теоретичні розробки знаходять широке застосування на практиці. Сьогодні важливим завданням постає пошук моделей, що найбільш відповідають сучасним реаліям господарювання та впровадження результатів моделювання у виробництво, враховуючи при цьому різні критерії оптимальності. На даному етапі практично відсутні економіко-математичні моделі, що відображають особливості простежу відтворення у сільському господарстві, його стохастичну природу, взаємозв'язок галузей, нелінійність і мінливість в ринкових умовах господарювання.

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктом дослідження є процес формування оптимальної структури виробництва в сільськогосподарських підприємствах Житомирської області.

Теоретичною і методичною основою дослідження є системний метод пізнання закономірностей розвитку аграрних підприємств, а також низка загальнонаукових і специфічних методів, які в сукупності дають змогу детально дослідити процес оптимізації галузевої структури виробництва. У процесі дослідження використовувалися такі методи: історико-економічний – для дослідження ретроспективи застосування моделювання в економіці; наукової абстракції – для формулювання теоретичних узагальнень і висновків, уточнення понятійного апарату; економіко-математичний – для оптимізації виробничої структури на підприємствах; системного аналізу і синтезу – для вивчення характеру і причинно-наслідкових зв'язків, встановлення тенденцій розвитку явищ і процесів в аграрному секторі та ін.

Результати досліджень. Науково-технічний прогрес та інтелектуальні технології проникають у всі сфери діяльності та прискорюють розвиток суспільства, яке стає все більше інформаційним. Однак ми значною мірою відстаємо від світового рівня у процесах комп'ютеризації, використання сучасного програмного забезпечення в управлінні виробничим процесом. Постає необхідність впровадження методу моделювання економічних процесів, який у продовж трьох останніх десятиліть широко застосовується у розвинених країнах та суттєво впливає на конкурентоспроможність виробництва.

Прискорений розвиток інтенсифікації сільськогосподарської діяльності, поглиблення спеціалізації та агропромислової інтеграції, нарощування обсягів виробництва продукції потребують подальшого удосконалення планування та управління в сільському господарстві. Сутність процесу управління полягає в отриманні даних про стан виробництва і його зв'язки з навколишнім середовищем, узагальнення цієї інформації та прийняття рішень. Інформація необхідна для виробництва так само, як і матеріальні та енергетичні ресурси. При цьому дані потрібно подати у сприйнятливому вигляді. Одним з прикладів такого подання є математичні моделі та результати їх дослідження [3].

В природничих науках проблеми можуть бути досліджені з допомогою лабораторних експериментів, що допускають варіативний вплив факторів. В економічній науці є дуже мало можливостей для застосування контрольованих експериментів. Тому для дослідження впливу багатьох факторів і виявлення закономірностей в економіці доцільно використовувати обчислювальний експеримент на основі математико-статистичних, економіко-математичних та імітаційних моделей.

Метод моделювання повинен забезпечити створення адекватних економіко-математичних моделей з подальшим перенесенням результатів моделювання на реальні виробничі умови. Їх використання дасть змогу здійснити узагальнення та якісний аналіз інформації на основі глибокого кількісного дослідження, дозволить удосконалити управління та планування виробництвом.

Ретроспектива застосування економіко-математичних методів для оптимізації виробництва є такою. Перші відомості про побудову виробничої функції для сільського господарства датують 1909 р., коли Мітчерліх запропонував нелінійну виробничу функцію: "добрива - урожайність". На основі цієї функції, а також, запропонованого Спілленом, показникового рівняння врожайності, були побудовані інші агротехнічні залежності. Досвід їх використання вказував на те, що в

сільському господарстві оптимум функції і натурально-речовий оптимум відрізняються, тобто виробництво максимальної кількості продукції не завжди відповідає максимальному прибутку[5]. У 30-х – 40-х роках Л.В. Канторович сформулював новий клас умовно-екстремальних задач і запропонував їх рішення, поклавши, таким чином, початок новому напрямку, який і зараз є актуальним – лінійному програмуванню. В кінці 50-х років В.С. Немчинов розробив методи розв'язання задач нелінійного програмування та оптимального управління. 60-і роки були відзначені розробкою оптимізаційних економіко-математичних моделей та їх практичним застосуванням до розв'язання задач прогнозування і планування. До них відносяться оптимальні плани перевезень, оптимальне використання ресурсів та оптимальна структура окремих галузей промисловості та сільськогосподарського виробництва. Був здійснений перехід від статичних моделей до динамічних, від детермінованих до стохастичних, що враховують випадковість і невизначеність економічних процесів [8]. Пізніше з'являється концепція автоматизованих систем управління, які призначені для оптимізації управління підприємств, галузями та економікою в цілому.

Особливістю процесу планування та оптимізації сільськогосподарського виробництва на сучасному етапі є його багатовекторність, тобто множина цілей, які необхідно досягти. При цьому потрібно враховувати всі тенденції аграрного сектору, основними з яких на сучасному етапі є: наявність інвесторів, з їх особливим

способом ведення господарської діяльності; сучасна динаміка змін у структурі виробництва; низька інформованість керівників про стан на ринках продукції; дефіцит кваліфікованих економістів-математиків, здатних розв'язувати задачі прогнозування та оптимізації виробництва. Тому розробляючи нові моделі та адаптуючи існуючі до реалій сьогодення необхідно враховувати всі особливості сучасного аграрного виробництва.

У сільському господарстві при високотоварному виробництві, як правило, доводиться мати справу зі складними системами, що обумовлює необхідність враховувати органічні зв'язки між галузями (рис. 1). Так рослинництво тваринництво є взаємопостачальницькими сферами. Перша з них є джерелом кормовиробництва для тваринницької галузі, а остання є постачальником важливих для землеробства органічних добрив. Враховуючи важливу умову технологій вирощування сільськогосподарських культур – сівозміни, виникає необхідність дослідження зв'язків між окремими підгалузями рослинництва, щодо забезпечення впровадження і дотримання науково обґрунтованого чергування культур. Важливим при моделюванні є врахування наявності необхідної техніки, умов для зберігання та переробних потужностей. Лише при комплексному аналізі можливо отримати адекватні результати, що всебічно характеризують досліджувану систему.

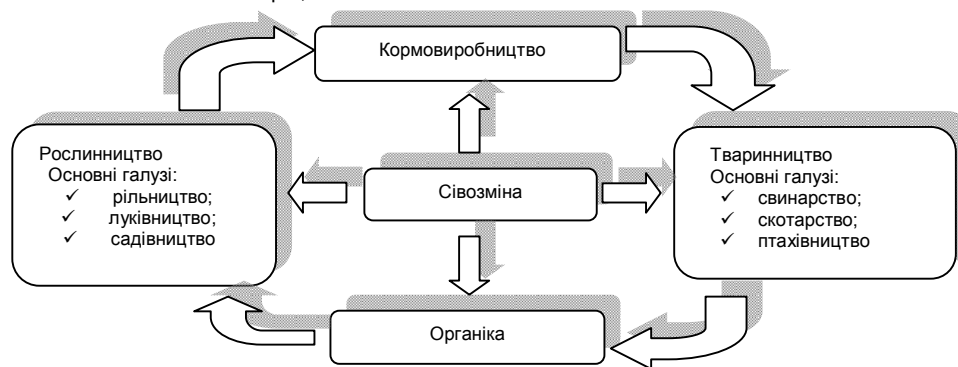


Рис. 1. Схема взаємозв'язку галузей при високотоварному виробництві у сільському господарстві

Джерело: власні дослідження

Із загальних проблем планування високотоварного сільськогосподарського виробництва методи математичного моделювання забезпечують розробку моделей таких планово-економічних задач як розвиток, розміщення і спеціалізація виробництва, використання дефіцитних ресурсів, оптимізацію посівних площ, оптимальне співвідношення галузей тощо. Важливим завданням на сьогодні є оптимізація структури виробництва високотоварних господарств, під якою слід розуміти механізм і методи існування елементів загальної системи та їх функціонування в органічному поєднанні.

Процес оптимізації галузевої структури виробництва у високотоварних сільськогосподарських підприємствах є складним організаційним механізмом, що потребує врахування усієї сукупності складових підсистем та зв'язків між ними. Досліджуваний об'єкт як система, складається з вхідних елементів, стержневої частини або безпосередньо механізму реалізації завдань і вихідних елементів чи наслідків (рис. 2). Вхідними елементами системи оптимізації виробничої структури високотоварних агроформувань є наявність необхідного ресурсного потенціалу, державна підтримка, урегульованість відносин, розвиток переробної сфери та організаційно-управлінський потенціал. Область, в якій відбувається аналіз даних,

включає в себе суб'єкт дослідження – економіста-аналітика, головною метою якого є оптимізація виробничої функції і, як наслідок, розробка рекомендацій щодо оптимального планування структури виробництва.

При формуванні моделі оптимізації структури і розміру виробництва високотоварних сільськогосподарських підприємств задаються змінні, що виражають економічні категорії їх функціонування та обмеження: за земельними, трудовими ресурсами, за агротехнічними вимогами, по кормовому балансу, по визначенню кількості необхідної техніки, за капітальними вкладеннями, а також обмеження для меж, в яких можна визначати значення окремих змінних. Формування обмежень здійснюється за допомогою інформаційного блоку моделей.

Ядром або ключовою складовою процесу системного удосконалення галузевої структури виробництва у сільськогосподарських підприємствах є безпосередньо його організація і реалізація на практиці. Складність цього процесу полягає у системності його кінцевої мети та методиці здійснення. У результаті виконання усіх передбачених заходів очікується забезпечення економічних, соціальних та екологічних вигод.

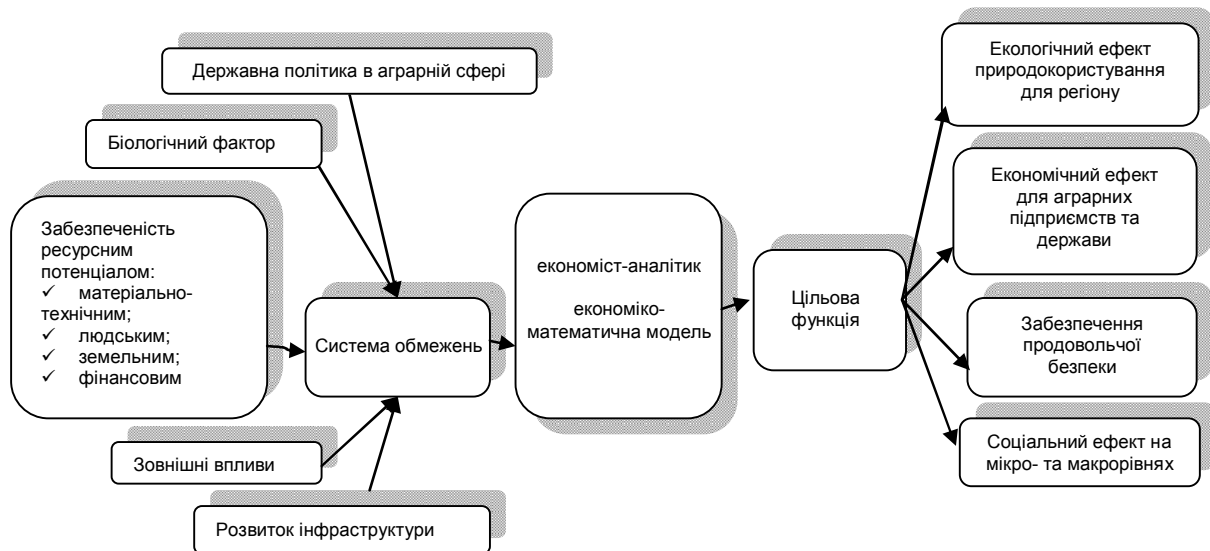


Рис. 2. Механізм оптимізації структури виробництва у високотоварних агроформуваннях

Джерело: власні дослідження

При вирішенні економіко-математичних задач по плануванню і організації високотоварного сільськогосподарського виробництва методами лінійного програмування необхідно враховувати вплив випадкових, нерегульованих людиною, стохастичних факторів природного походження (кількості опадів, їх розподілу, температури повітря тощо). Дані чинники суттєво впливають на урожайність сільськогосподарських культур, затрати праці та ресурсів на одиницю продукції. Стохастичне програмування дозволяє вибрати план, який був би найкращим з урахуванням можливих впливів на об'єкт з зовнішнього середовища.

Таким чином, економіко-математична модель оптимізації галузевої структури виробництва високотоварних сільськогосподарських підприємств, побудована на базі поетапної задачі стохастичного програмування з імовірнісними обмеженнями, є більш адекватною конкретним виробничим умовам та відображає особливості виробництва, пов'язані з коливаннями випадкових величин. Для досягнення практичної реалізації запропонованого механізму на кожному конкретному підприємстві повинен бути розроблений комплекс організаційно-методичних заходів, який передбачає визначення методів, засобів та принципів процесу оптимізації співвідношення між галузями аграрного виробництва. Орієнтований запис математичної моделі оптимізації структури виробництва при максимізації прибутку для типового високотоварного господарства має наступний вигляд:

$$F = \sum_{j=1}^n \tilde{p}_j x_j - \sum_{j=1}^n q_j x_j \rightarrow \max$$

де \tilde{p}_j – ціна реалізації продукції j -го виду, грн./ц;

x_j – обсяг виробництва продукції j -го виду, ц;

q_j – витрати, необхідні для здійснення виробництва продукції j -го виду, грн./ц;

n – сукупність змінних, що виражають кількість продукції j -го виду, що виробляється та реалізується сільськогосподарськими підприємствами.

Умови моделі:

1. Обмеження за наявними земельними ресурсами

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = o_i \pm z_i^a,$$

де a_{ij} – потреба в i -му виді угідь в розрахунку на j -ий вид продукції га/ц;

o_i – обсяг i -го виду угідь, га;

n – множина видів діяльності рослинництва;

z_i^a – розмір поповнення ресурсу i -го виду (в даному випадку трансформації угідь), га.

2. Обмеження по трудовим ресурсам

$$\sum_{j=1}^n p^t_{ij} x_j \leq b_i^t + z_i^p,$$

де t – індекс періоду використання трудових ресурсів;

p^t_{ij} – норма витрати праці на одиницю j -го виду діяльності в t -м періоді, люд. год. /ц;

b_i^t – наявність трудових ресурсів, люд. год.;

z_i^p – додаткові трудові ресурси, люд. год.

Якщо за результатами виконання завдання виходять надлишки трудових ресурсів, то повинні бути передбачені додаткові види діяльності в певні періоди, такі як переробка сільськогосподарської продукції, підсобні промисли, виробництво продукції, орієнтоване на вільний ринок.

3. Обмеження за потребами господарства в кормах

$$\sum_{j=1}^n q_{ij} y_j \geq \sum_{j=1}^n r_{ij} x_j,$$

де q_{ij} – площа посіву i -ї кормової культури, га;

y_j – урожайність основних культур, ц/га;

x_j – виробництво тваринницької продукції j -го виду, ц;

r_{ij} – потреба j -ї тварини в кормах з i -ї культури, ц.

4. Обмеження з використанням виробничих приміщень

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \pm h_i,$$

де a_{ij} – норма площі для виробництва j -го виду продукції, м²/ц;

b_i – наявність виробничих приміщень, м²;

n – види галузей тваринництва;

h_i – додаткові площі, м².

5. Обмеження по капітальним вкладенням

$$\sum_{j=1}^n a_{uj} x_j + \sum_{j=1}^n a_{uj} x_j \leq b_u,$$

де a_{uj} – норма капітальних вкладень на одиницю поповнюваного ресурсу, грн./ц;

u – індекс капітальних вкладень;

g – кількість тваринницьких приміщень;

n – кількість трансформованих земельних угідь;

b_u – можливий обсяг капітальних вкладень, грн.

6. Обмеження щодо реалізації продукції

$$x_j \geq q_j,$$

де q_j – обсяг реалізації продукції j -го виду, прогнозований чи обумовлений в договорах, ц.

7. Додаткові обмеження по рослинництву і тваринництву

$$A_{j1} \leq x_j \leq A_{j2},$$

де A_{j1} , A_{j2} – мінімальний та максимальний обсяг виробництва j -го виду продукції, ц.

8. Обмеження за сівзмінами

$$x_j \geq \hat{e} S_j y_j;$$

де S – загальна площа ріллі, га;

y_j – урожайність основних культур, ц/га;

\hat{e} – коефіцієнт співвідношення культур.

9. Обмеження за використанням матеріальних ресурсів

$$\sum_{j=1}^n m_{ij} x_j \leq w_i + v_i,$$

де m_{ij} – норма i -тих витрат для виробництва j -го виду продукції, грн./ц;

w_i – наявність фінансових ресурсів, грн.;

v_i – можливість додаткового фінансування, грн.

10. Умови невід'ємності змінних $x_i \geq 0$.

Результати моделювання дали змогу оцінити перспективи подальшої діяльності та резерви розширення виробництва, збалансувати виробничу структуру, спрямувати її до сучасних умов господарювання. Основними напрямками трансформації підприємства в галузі тваринництва є збільшення поголів'я корів на 140 голів, відповідно оптимізації до цих змін кормового клину. Ефективним є запровадження п'ятипільної сівозміни із злаково-бобовими сумішками, проміжними хрестоцвітими, кукурудзою й кормовими буряками та багаторічними бобовими травами, яка забезпечує продуктивність з одного гектара 83,5 ц кормових одиниць. Для дотримання чергування культур в

сівозмінах, доцільно зменшити на 230 гектарів посіви кукурудзи на зерно. При нинішніх тенденціях на ринку сільськогосподарської продукції, економічно вигідно збільшити площу посіву сої на 49, цукрових буряків на 51 та ячменю на 24 гектари, що дозволить збільшити товарну продукцію на 2791 тис.грн. (табл. 1.)

Проведене моделювання показало можливості та шляхи подальшого розвитку підприємства. В результаті запропонованих змін буде змога збільшити надходження коштів від товарної продукції на 3642 тис.грн., а прибуток, на 2724 тис.грн. Трансформацію слід здійснювати поетапно, протягом не менше одного року, дотримуючись агротехнічних вимог при вирощуванні культур, та створення кормової бази для нарощування поголів'я тварин. Досягти ефективності господарської діяльності можливо лише за рахунок модернізації виробництва, застосуванні сучасних підходів до ведення господарської діяльності. Для досягнення запланованих показників у тваринництві необхідно значну увагу приділити племенній справі та кормовиробництву. Використання власних кормів у виробництві продукції тваринництва, дозволяє отримувати належні дивіденди від реалізації та збалансувати структуру виробництва.

Таблиця 1. Структура товарної продукції в ПСП "Саверці"

| Вид продукції | Фактично | | За оптимальної виробничої структури | | Відхилення, +/- (%) | |
|----------------------|-----------|-------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------|
| | тис. грн. | % | тис. грн. | % | тис. грн. | % |
| Рослинництво | 16607 | 57,4 | 15245 | 46,8 | -1362 | 91,8 |
| Кукурудза на зерно | 7531 | 26,0 | 5840 | 17,9 | -1691 | 77,5 |
| Пшениця | 2033 | 7,0 | 2305 | 7,1 | 272 | 113,4 |
| Ячмінь | 2229 | 7,7 | 2730 | 8,4 | 501 | 122,5 |
| Цукрові буряки | 1918 | 6,6 | 2114 | 6,5 | 196 | 110,2 |
| Соя | - | - | 2256 | 6,9 | - | - |
| Тваринництво | 9057 | 31,3 | 13631 | 41,8 | 4574 | 150,5 |
| М'ясо ВРХ | 2803 | 9,7 | 2021 | 6,2 | -782 | 72,1 |
| Молоко | 6169 | 21,3 | 7927 | 24,3 | 1758 | 128,5 |
| Промислова продукція | 3138 | 10,8 | 3538 | 10,9 | 400 | 112,7 |
| Послуги | 145 | 0,5 | 175 | 0,5 | 30 | 120,7 |
| Всього | 28947 | 100,0 | 32589 | 100,0 | 3642 | 112,6 |

Для більшості високотоварних сільськогосподарських підприємств Житомирської області характерне комбіноване виробництво, з кількома галузями за певного їх поєднання. В процесі розробки економіко-математичної моделі для типового високотоварного господарства ПСП "Саверці" Попільнянського району було поставлено завдання правильно поєднувати головні, додаткові і підсобні галузі. При цьому забезпечено найвищу ефективність виробництва, найбільш повне і правильне використання ґрунтово-кліматичних та економічних умов господарювання, рівномірне розподілення протягом року робочої сили, використання відходів і побічної продукції одних галузей іншими, прискорення обороту коштів у господарстві та ін. Результатом стала, на нашу думку, збалансована виробнича структура, яка відповідає конкретним умовам господарювання.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Перспективним напрямом майбутніх досліджень є пошук джерел фінансування оптимізації структури виробництва та розробка механізму поетапної її трансформації для ефективної діяльності і забезпечення продовольчої безпеки. Важливо дослідити роль та способи впливу держави на виробничу структуру високотоварних сільськогосподарських підприємств.

1. Організація управління сільським господарством України та головними підгалузями рослинництва і тваринництва потребує впровадження наукових методів і технологій на основі цілеспрямованого використання існуючих і спеціально розроблених економіко-математичних моделей, які адаптовані до сучасних умов.

2. Ретроспектива дослідження розвитку комп'ютерних інформаційних технологій та математичного моделювання в сільському господарстві показує значні напрацювання в даних напрямках, однак вони не повною мірою використовуються на практиці.

3. У сільському господарстві при високотоварному виробництві, як правило, доводиться мати справу із складними системами, що обумовлює необхідність враховувати органічні зв'язки між галузями. Лише при комплексному аналізі можливо отримати адекватні результати, що всебічно характеризують досліджувану систему.

4. Запропонована економіко-математична модель оптимізації структури виробництва для високотоварних господарств адаптивна не тільки з боку підвищення адекватності опису існуючих структурно-функціональних

особливостей діяльності, економічної обґрунтованості запропонованих управлінських рішень, але й можливостей урахування екологічного та соціального чинників.

Список використаної літератури:

1. Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління еко номічним ризиком / В.В. Вітлінський, П.І. Верченко. – К.:КНЕУ, 2000. – 292 с.
2. Дробот В.І. Прогнозування і планування агропромислового виробництва в ринкових умовах / В.І. Дробот, М.І. Толкач // Економіка АПК. – 2002. – № 6. – С. 11-15.
3. Иващенко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами / А.Г. Иващенко. – К.: Техніка, 1975. – 312 с.
4. Кравченко В.М. Економіко-математичне моделювання процесів відтворення у сільському господарстві: дисертація канд. екон. наук: 08.03.02 / Дніпропетровський національний ун-т. – Д., 2003.
5. Математичні методи в економіці та моделювання соціально-економічних процесів в АПК / В.А. Кундіуса, Л.А. Мочалова, В.А. Кегель, Г.С. Сидоров. – 2-е вид., перероб. і доп. – М.: Колос, 2001. – 288 с.
6. Монахов А.В. Математические методы анализа экономики / А.В. Монахов. – Санкт-Петербург: "Питер", 2002. – 176 с.
7. Личкіна М.М. Імітаційне моделювання економічних процесів / М.М. Личкіна – М.: Академія АйтТі, 2005 – 160 с.
8. Остапко Т.О. Структурно-інституціональний аналіз аграрного ринку України / Т.О. Остапко // Економіка і прогнозування. – 2004. – № 3. – С. 115-127.
9. Огінський А.М. Загальна характеристика еволюції систем сільського господарства / А.М. Огінський // Економіка України. – 2000. – № 11. – С. 55-62.
10. Цюпко С.В. Економіко-математические модели прогнозирования развития сельского хозяйства Украины : Авт. дис.канд.екон. наук: 08.03.02 / Цюпко Сергей Викторович. – Национальный аграрный ун-т. – К., 2001.
11. Чабан Г.В. Моделювання як метод прогнозування в сільському господарстві / Г.В. Чабан // 36. наук. пр. Черкаського держ. техн. ун. – Сер.: Економічні науки. – 2003. – Вип.11. – С. 284–289.

БРОДСЬКИЙ Ю.Б. – кандидат технологічних наук, доцент Житомирського національного агроетологічного університету

ДАНКЕВИЧ В.Є. – аспірант Житомирського національного агроетологічного університету