

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова

На правах рукопису

КОВАЛЬСЬКИЙ ВАСИЛЬ СТЕПАНОВИЧ

УДК 658.012.2:656.7:519.866

МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО
УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ АГРОФІРМИ

08Q3.02 Економіко-математичні методи та моделі

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора економічних наук

КИЇВ 1996

ДВ 331.213

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00752210 (H)

Дисертація є рукописом.

Роботу виконано у Київському міжнародному університеті цивільної авіації та Кіровоградському інституті сільськогосподарського машинобудування.

Науковий консультант:

доктор технічних наук,
професор ЮН Г. М.

Офіційні опоненти:

доктор економічних наук,
професор СКИРТА Б. К.

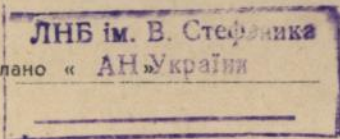
доктор економічних наук,
професор СИТНИК В. Ф.

доктор економічних наук,
професор ТОЧИЛІН В. А.

Провідна установа: Національний аграрний університет (м. Київ).

Захист відбудеться «24» вересня 1996 р. о 14.00 год.
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.39.06 при Інституті кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України за адресою: 252207, Київ-22, проспект академіка Глушкова, 40.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічному архіві інституту.



Автореферат розіслано « АН » України

1996 р.

Учений секретар
спеціалізованої Ради

РЕВЕНКО В. Л.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Перехід України на ринкові відносини супроводжується гострою кризою в аграрному секторі країни, яка обумовлена в першу чергу тим, що старий механізм господарювання зруйновано, а нові його форми ще не створено. В цих умовах уже не спрацьовують налагоджені в період планової економіки механізми постачання сільськогосподарських підприємств необхідними для виробництва видами техніки та ресурсів; відходять у минуле держзамовлення та централізовані закупівлі виробничої продукції. В теперішній час сільськогосподарський товаровиробник змушений забезпечувати себе необхідними основними та обіговими коштами за прямими угодами, самостійно виходити на ринок із виробленою продукцією. При цьому економічні та фінансові результати господарювання значною мірою визначаються вмінням враховувати ринкову кон'юнктуру у формуванні номенклатури сільськогосподарської продукції, що виробляється, раціонально розподіляти власні та позикові фінансові кошти між об'єктами господарської діяльності, використовувати оптимальним чином наявні ресурси.

Нові ринкові умови стимулюють господарства орієнтуватися на виробництво і збут кінцевої продукції, на формування відповідних виробничо-комерційних структур, що забезпечують функціонування за циклом "виробництво - переробка - реалізація" в межах одного сільськогосподарського підприємства. Розширення сфер діяльності господарств приводить до трансформації традиційних організаційних форм суб'єктів сільськогосподарського виробництва, до появи нових виробничо-економічних відносин, що забезпечують виживання та подальший розвиток аграрного сектора в умовах переходу до ринку. Одним із нових виробничо-комерційних формувань є агрофірма.

Проблемі функціонування агрофірм в умовах переходу до ринку присвячені праці Бойко В. І., Ковденської М. Є., Макаренка Ю. І., Щадієнко П. В., Жадан І. Н. та ін. В працях цих авторів вивчено об'єктивну закономірність, економічні передумови та тенденції розвитку інтеграційного процесу в аграрному секторі, сутність і напрямки формування агрофірм.

На жаль, методологія дослідження агрофірм, використана у вказаних працях, має описовий характер, у кращому випадку використовується статистичний матеріал, котрого явно недостатньо для покра-

щення прогностичних властивостей одержаних висновків та рекомендацій. Використані в цих працях методології дослідження не можуть бути застосовані для генерації альтернативних "гіпотетичних" варіантів керуючих рішень в аграрному секторі та виборі оптимального. Для заповнення вказаної прогалини слід виробити методологію, яка дозволяє моделювати різноманітні виробничо-економічні процеси на рівні агрофірм та формувати економічно обґрунтовані керуючі рішення. Вищезазначене достатньою мірою підтверджує актуальність обраної теми дослідження.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є розробка методологічних засад, організаційно-економічних методів та моделей управління агрофірмою в умовах ринкових відносин.

Мета дослідження зумовила коло завдань, серед яких основними є:

- аналіз тенденцій розвитку АПК України під час переходу до ринкових відносин;
- розробка концепції господарчої діяльності агрофірми в ринкових умовах;
- розробка методології формування управлінських рішень в умовах ризику та невизначеності;
- розробка економіко-математичних моделей та методів для вирішення задач управління технологічним процесом агрофірми з урахуванням стохастичної поведінки зовнішнього середовища;
- удосконалення методологічних підходів до аналізу інвестиційної діяльності агрофірми;
- удосконалення методологічних підходів до моделювання комерційної діяльності агрофірми;
- розробка інформаційних технологій управління агрофірмою.

Предмет та об'єкт дослідження. Предметом дослідження є методи та моделі організаційно-економічного управління господарською діяльністю агрофірми. Об'єктом дослідження обрано агрофірму, оскільки вона є найбільш перспективним і найменш вивченим суб'єктом господарювання в аграрному секторі.

Методологія дослідження. Методологія дослідження ґрунтується на використанні принципів загальної теорії систем та системного аналізу. В дисертаційній роботі використовуються методи лінійного, нелінійного та стохастичного програмування, теорії імовірності та математичної статистики, теорії ігор.

Практична перевірка розроблених моделей та методів здійснювалась шляхом їх програмної реалізації та проведення численних розрахунків на ЕОМ.

Наукова новизна результатів дослідження полягає в такому:

- запропоновано концепцію організаційно-економічного управління агрофірмою, в якій із позицій системного аналізу розглянуто питання вироблення та обґрунтування управлінських рішень;

- запропоновано методичний підхід до формування управлінських рішень з урахуванням сукупності станів зовнішнього середовища;

- розроблено економіко-математичну модель та алгоритм розв'язання задачі розподілу посівних площ з урахуванням погідного ризику;

- розроблено економіко-математичну модель та алгоритм розв'язання задачі розподілу органічних та мінеральних добрив з урахуванням ризику;

- розроблено динамічну економіко-математичну модель оптимального розподілу сільськогосподарської техніки та паливно-мастильних матеріалів за видами робіт та формування графіка їх використання;

- запропоновано числовий метод розв'язку задачі формування вільних ринкових цін на сільськогосподарську продукцію;

- розроблено економіко-математичну модель аналізу інвестиційної діяльності агрофірми;

- розроблено економіко-математичну модель комерційної діяльності агрофірми;

- розроблено інформаційну технологію управління агрофірмою.

Практичне значення наукових результатів дослідження полягає в тому, що запропонований методичний підхід до формування управлінських рішень та відповідні економіко-математичні моделі дають можливість підвищити наукову обґрунтованість господарчих рішень, що приймаються на рівні агрофірми, прогнозувати найближчі та віддалені наслідки рішень, що приймаються, враховувати ризик та невизначеність, зумовлені погодними та ринковими умовами. Використання розробленої автоматизованої діалогової системи прийняття рішень дозволить на рівні агропідприємства формувати оптимальні рішення при плануванні посівних площ, розподілі органічних та мінеральних добрив та засобів захисту рослин, формуванні раціональних варіантів технологій вирощування сільськогосподарських культур, розподілі сільськогосподарської техніки за видами робіт

та технологічними операціями.

Апробація та реалізація результатів дослідження. Основні наукові результати та рекомендації щодо їх практичної реалізації доповідалися та були схвалені на Звітній науково-технічній конференції Київського міжнародного університету цивільної авіації у 1993 р. на семінарах Наукової Ради з проблем кібернетики при Інституті кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України у 1993, 1994 р. та на семінарі в Національному аграрному університеті в 1996 р.

Принципи та підходи до формування організаційної структури агрофірми, методи та моделі вироблення стратегії її розвитку та формування управлінських рішень покладено в основу організації агрофірми "НБАС-холдинг" та ведення її господарчої діяльності.

Публікації. Основні положення та результати дисертаційної роботи опубліковані у 15 друкованих працях, серед яких є монографія.

Обсяг дисертації. Основний текст дисертації викладений на 404 машинописних сторінках та 43 сторінках додатка, містить 28 малюнків, 60 таблиці. Список використаної літератури містить 294 найменування.

Структура дисертаційної роботи. Дисертація складається з вступу, шести глав, висновку та п'яти додатків.

З М І С Т Р О Б О Т И

Першу главу присвячено аналізу стану аграрного сектора економіки України в перехідний період.

Проведений у першій главі аналіз функціонування різних організаційно-економічних структур АПК показує, що більш стійке економічне положення в умовах становлення ринкових стосунків мають ті з них, які створили відносно замкнений цикл "виробництво - переробка - реалізація" в межах одного сільськогосподарського підприємства та завдяки цьому уникли цінового тиску переробних підприємств та торгівлі.

Одним із таких формувань є агрофірма як найбільш перспективна форма організації інтегрованого виробництва на рівні господарств первинної ланки агропромислового виробництва.

Агрофірма - це економічно самостійне виробничо-господарче формування агропромислового виробництва в перехідний період до

ринкової економіки, діяльність якого спрямовано на виробництво, переробку, зберігання та збут сільськогосподарської продукції з метов одержання прибутку.

Ставиться завдання розглянути основні проблеми, що стоять перед такою фірмою в умовах переходу до ринку, та побудувати для їх вирішення механізми адаптації, які дозволять шляхом узгодження цілей підприємства, інтересів власників, різних груп та категорій працівників, шляхом створення відповідних моделей та методів перебудови та розвитку систем підприємства забезпечити їх пристосування до ринкового середовища та ефективне функціонування.

Розглянуто сферу, місію та мету діяльності агрофірми. Для досягнення своїх цілей агрофірма може обирати різні стратегії та тактики поведінки, види діяльності та організаційну структуру. Вибір таких визначається різними чинниками впливу внутрішнього та зовнішнього середовища. Для того, щоб зробити рекомендації по цьому вибору для конкретної агрофірми, пропонується провести дослідження діяльності агрофірми та методів управління її діяльності за допомогою інструментарія системного підходу.

Другу главу присвячено методологічним аспектам системного підходу до дослідження діяльності агрофірми.

Поняття агрофірма вводиться на основі загальної теорії систем, шляхом виділення певної підсистеми в макроекономічному середовищі, яке може розглядатись як автономна, відкрита, динамічно стійка система з усіма притаманними їй властивостями складної системи.

Агрофірма розглядається як кібернетична система, що містить підсистему управління, яка має ієрархічну структуру та виконує такі головні функції, як децентралізація процесу прийняття керуючих рішень, підготовка та узгодження рішень, що приймаються на різних рівнях.

Прийняття керуючих рішень та їх реалізація здійснюються в умовах невизначеності, тобто під впливом соціально-економічних, природно-кліматичних та інших чинників зовнішнього середовища, що мають стохастичну природу.

Агрофірма тісно пов'язана із зовнішнім середовищем і знаходиться у стані динамічної рівноваги, обмінюючись із зовнішнім середовищем матеріальними, грошовими та інформаційними потоками. На підставі аналізу зовнішнього середовища і структури агрофірми

визначаються її стратегічні цілі: збереження стійкого положення в макроекономічному середовищі та стійке зростання. Із загальних стратегічних цілей випливають цілі наступних рівнів, однією з яких є стабільне одержання прибутків.

Для досягнення своїх стратегічних цілей агрофірма повинна гнучко реагувати на зміни, що відбуваються у зовнішньому середовищу, використовуючи сприятливі можливості зміцнення свого положення. Досягти цього агрофірма може шляхом поєднання різних видів діяльності: виробничої, маркетингової, інвестиційної та комерційної.

В третій главі проведено аналіз виробничої діяльності агрофірми, виділено основні аспекти цієї діяльності та фактори, що впливають на кінцеві результати.

Як методологія моделювання виробничої діяльності агрофірми використовується системний підхід, який у цій главі деталізується та конкретизується стосовно до процесу виробництва продукції рослинництва з урахуванням невизначених факторів (погодних умов та фітосанітарної обстановки), екологічних вимог (збереження родючості ґрунту та зменшення забруднення навколишнього середовища). Деталізовано ієрархію рішень, що стосуються виробничої діяльності агрофірми. Ця ієрархія включає два рівні рішень – стратегічні рішення та коригувчі (адаптивні). У виробленні комплексного підходу до формування управлінських рішень систематично використовується ідеологія дерева варіантів можливих рішень, яка дозволяє адекватно представляти множинність коригувчих рішень, кожне з яких відповідає можливим змінам факторів, що не піддаються жорсткому управлінню з боку агрофірми.

Основною особливістю сільськогосподарського виробництва є те, що воно здійснюється в умовах ризику та невизначеності. Випадкові впливи на врожайність вирощуваних культур виявляють такі фактори, як прихід тепла, кількість опадів за вегетаційний період, наявність хвороб, шкідників та бур'янів. Під впливом випадкових факторів прийняті заздалегідь (до реалізації погодних умов) рішення, що торкаються визначення структури посівних площ, пов'язані з ризиком можливих втрат, обумовлених:

- реалізацією несприятливих для вирощуваних у даному сезоні культур погодних умов та фітосанітарної обстановки;
- падінням ринкових цін на вирощувану в агропідприємстві

сільськогосподарську продукцію.

Тому для зменшення можливих втрат, пов'язаних з ризиком та невизначеністю, необхідно провести ретельний аналіз всіх можливих ситуацій та вибрати такі рішення, які гарантували б мінімальний ризик.

Розробці економіко-математичних моделей сільськогосподарського виробництва в умовах впливу випадкових факторів присвячені роботи О. М. Онищенко, В. М. Ермольєва, О. І. Ястремського, В. А. Кардаша, Л. В. Канторовича та інших дослідників. Відмова від застосовуваної в детермінованих моделях орієнтації на середню врожайність, середні нормативи і врахування випадкового характеру врожайності та обсягу виконуваних робіт є властивою для праць цих авторів. Ці моделі не можуть бути використані без адаптації при плануванні реальних агротехнологічних процесів, оскільки в них ігнорується вплив виконуваних технологічних операцій на врожайність культур та залежність обсягу виконуваних робіт від погодних умов, відсутній облік комплексного впливу на врожайність оброблюваних культур як випадкових (погодні умови), так і контрольованих факторів (умови ґрунтового живлення, виконання або невиконання окремих технологічних операцій).

В аналізі виробничої діяльності агрофірми виділяється рівень ієрархії, що представляє множинність технологічних рішень і містить у собі два підрівні - підрівень стратегічних рішень та підрівень коригуючих рішень.

Стратегічними є такі рішення, які не можуть бути змінені згідно з ситуацією, що склалася. Для того, щоб гарантувати гнучкість системи управління при реалізації стратегічних рішень, вони доповнюються множинністю коригуючих (адаптивних) рішень, які приймаються у конкретних умовах, що складаються. Стратегічні рішення приймаються до реалізації конкретних агрометеорологічних умов та фітосанітарної обстановки. Адаптовані рішення приймаються після того, як виявляється ті чи інші агрометеорологічні та фітосанітарні умови.

Згідно з підходом, що пропонується в дисертаційному дослідженні, процедура планування перебуває в такому. Розглядається множина X всіляких альтернативних варіантів стратегічних рішень; для кожного варіанту стратегічних рішень $x \in X$ розглядається множина W всіх можливих варіантів відповідей Природи $w \in W$.

Якщо зафіксувати конкретне сполучення (x, w) варіанту стратегічного рішення та варіанту відповіді Природи, то таким чином буде змодельовано конкретну виробничу ситуацію, з якою може на практиці зіткнутись сільськогосподарський виробник, який далі називатиметься особою, що приймає рішення, (ОПР). В цій ситуації у ОПР є можливість вибору рішення $y(x, w)$ з множини $Y(x, w)$ альтернативних варіантів рішень, яка визначається прийнятим раніше стратегічним рішенням x та реалізованою відповіддю Природи w . Згідно з уведеною вище термінологією, рішення $y(x, w)$ є коригувчим, оскільки воно приймається в межах реалізованого стратегічного рішення x та відповіді Природи w та залежить від x та w .

Рішення x , y та відповідь Природи w однозначно визначають результат господарчої діяльності агропідприємства, який оцінюється функцією корисності $F(x, y(x, w))$.

При фіксованих x, w ОПР вирішує таку задачу оптимізації:

$$\max_{y \in Y(x, w)} F(x, y, w) \quad (1)$$

Позначимо: $y^*(x, w)$ - розв'язок задачі (1). Припустимо, що множина відповідей Природи W складається з N незалежних станів Природи та кожному $w_t \in W$ відповідає імовірність $P(w_t)$ того, що реалізується стан Природи w_t . Припустимо також, що в будь-якій ситуації, що виникає при виборі стратегічного рішення x та реалізації будь-якої відповіді Природи $w, t = 1, \dots, N$, ОПР обирає оптимальне коригувче рішення. Тоді результат виробничої діяльності агрофірми при виборі стратегічного рішення x є випадковою величиною $\xi(x)$ з функцією розподілу:

$$H(Z) = P(\xi(x) \leq Z) = \sum_{\{t: F(x, y^*(x, w_t), w_t) \leq Z\}} P(w_t) \quad (2)$$

та середнім очікуваним значенням

$$\Phi(x) = \sum_{t=1}^N F(x, y^*(x, w_t), w_t) P(w_t) \quad (3)$$

Мета виробничої діяльності агрофірми полягає в тому, щоб вибрати таке стратегічне рішення $x \in X$ та відповідну йому множину

коригуючих рішень $y^*(x, w)$, при яких математичне очікування функції корисності (3) досягало б максимуму.

Розглянемо структуру стратегічного рішення x та допустимої множини X різних альтернативних варіантів стратегічних рішень. Для цього введемо такі позначення:

I - кількість розглянутих сільськогосподарських культур;

J - кількість робочих ділянок, на яких передбачається вирощувати культури з множини I ;

$K_{\text{МУ}}$ - кількість видів мінеральних добрив, які можуть бути використані в господарстві;

$K_{\text{СЗ}}$ - кількість видів /засобів захисту, які можуть бути використані у господарстві;

$K_{\text{ГСМ}}$ - кількість видів паливно-мастильних матеріалів, що використовуються у господарстві;

R_t^1 - набір всіх агрозаходів, що застосовуються при вирощуванні t -ої культури, за винятком заходів, що проводяться залежно від реалізації погодних умов;

R_t^2 - набір агрозаходів із застосуванням засобів захисту, що використовуються в профілактичних цілях при вирощуванні t -ої культури;

L_r - множина способів виконання r -ї технологічної операції;

$x_{t,j,r}$ - булева змінна, що приймає значення 1, якщо на j -й ділянці планується вирощувати культуру t та виконувати r -е агрозаході l -м способом ($r \in R_t^1 \cup R_t^2$), $l \in L_r$, та 0 - в протилежному випадку;

$x_{t,j,k}^{\text{МУ}}$ - доза внесення k -го мінерального добрива під основну обробку ґрунту та сівбу на j -й ділянці під t -ю культурою;

$x_{t,j}^{\text{ОРГ}}$ - доза внесення органічного добрива на j -й ділянці під t -ю культурою;

$x_{kr}^{\text{СЗ}}$ - булева змінна, що приймає значення 1, якщо в r -му агрозаході використовується k -ий засіб захисту рослин, та 0 - в протилежному випадку; $r \in \bigcup_{t=1}^I R_t^2$, $k=1, \dots, K_{\text{СЗ}}$;

$x_k^{\text{МУ}}$ - кількість мінеральних добрив k -го виду, що закуповуються агропідприємством для виконання польових робіт;

$x_k^{\text{СЗ}}$ - кількість засобів захисту рослин k -го виду, що закуповуються агропідприємством для виконання захисних заходів;

$x_k^{ГСМ}$ - кількість паливно-мастильних матеріалів k -го виду, що закуповуються агропідприємством для проведення польових робіт;

$c_k^{МУ}$ - ціна одиниці мінеральних добрив k -го виду, $k=1, \dots, K_{МУ}$;

$c_k^{СЗ}$ - ціна одиниці засобів захисту k -го виду, $k=1, \dots, K_{СЗ}$;

$c_k^{ГСМ}$ - ціна одиниці паливно-мастильних матеріалів k -го виду, $k=1, \dots, K_{ГСМ}$;

$V_{орг}$ - кількість органічних добрив, що є в господарстві;

$x^{рес}$ - кількість грошових коштів, направлених на закупівлю ресурсів (мінеральних добрив, засобів захисту рослин, паливно-мастильних матеріалів), необхідних для проведення польових робіт;

S_j - площа j -ї ділянки;

$a_{kr}^{СЗ}$ - витрати k -го засобу захисту на одиницю площі при виконанні r -го агрозаходу, $r \in R_t^2$, $t=1, \dots, I$;

$a_{kr}^{ГСМ}$ - витрати паливно-мастильних матеріалів k -го виду на одиницю площі при виконанні r -го агрозаходу l -м способом, $l \in L_r$, $r \in R_t^1 \cup R_t^2$, $t=1, \dots, I$.

Стратегічне рішення x визначається у вигляді такого вектора:

$$x = \left[\begin{array}{l} (x_{tjr}^{l})_{r \in R_t^1 \cup R_t^2, j=1, \dots, J, t=1, \dots, I, l \in L_r}, \quad (x_{tjk}^{МУ})_{k=1, \dots, K_{МУ}, j=1, \dots, J, t=1, \dots, I} \\ (x_{tj}^{орг})_{j=1, \dots, J, t=1, \dots, I}, \quad (x_{kr}^{СЗ})_{k=1, \dots, K_{СЗ}, r \in \bigcup_{t=1}^I R_t}, \quad (x_k^{МУ})_{k=1, \dots, K_{МУ}} \\ (x_k^{СЗ})_{k=1, \dots, K_{СЗ}}, \quad (x_k^{ГСМ})_{k=1, \dots, K_{ГСМ}}, \quad x^{рес} \end{array} \right]$$

Множина X всіляких альтернативних варіантів стратегічних рішень визначається такими умовами:

1. Види сільськогосподарських культур, які можуть вирощуватись на j -й ділянці у сезоні, що планується, визначаються згідно з вимогам сівозмін культуро-попередником, що розміщувалась на цій ділянці у попередньому сезоні. Позначимо I_j множину сільськогосподарських культур, які можуть розміщуватись у сезоні, що планується, на j -му полі. Тоді змінні x_{tjr} повинні задовольняти таким умовам:

$$\begin{cases} x_{t,j,r-1} \geq 0, \text{ якщо } t \in I_j, & j=1, \dots, J; r \in R_t^1 \cup R_t^2, t \in L_r. \\ x_{t,j,r-1} = 0 - \text{в протилежному випадку.} \end{cases}$$

2. Сумарна кількість мінерального добрива кожного виду, що вноситься під основну обробку ґрунту та посів, не повинна перевищувати закуплену кількість. Виходячи з цієї умови, змінні $x_{t,j,k}^{MY}$ повинні задовольняти такому обмеженню:

$$\sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J S_j x_{t,j,k}^{MY} \leq x_k^{MY}, \quad k=1, 2, \dots, K_{MY}. \quad (4)$$

3. Сумарна кількість засобів захисту рослин, що застосовуються з профілактичної метою, не повинна перевищувати закуплену кількість. Це умова записується у такому вигляді:

$$\sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{r \in R_t^2} \sum_{l \in L_r} \alpha_{hr}^{CS} S_j x_{t,j,r-1} x_{hr}^{CS} \leq x_h^{CS}. \quad (5)$$

4. Сумарна кількість внесеного під всі культури органічного добрива не повинна перевищувати ту кількість, що є в господарстві. Виходячи з цієї умови змінні, $x_{t,j}^{ORG}$ повинні задовольняти такому обмеженню:

$$\sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J S_j x_{t,j}^{ORG} \leq B_{ORG}.$$

5. Сумарні витрати паливно-мастильних матеріалів кожного виду при виконанні намічених агрозаходів не повинні перевищувати закуплену кількість. Ця умова записується у такому виді:

$$\sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{r \in R_t^1 \cup R_t^2} \sum_{l \in L_r} \alpha_{hr-1}^{GCM} S_j x_{t,j,r-1} \leq x_h^{GCM}, \quad k=1, \dots, K_{GCM}. \quad (6)$$

6. Обсяг закуплених ресурсів має бути узгоджений із виділеними на ці цілі грошовими коштами:

$$\sum_{k=1}^{K_{MY}} c_k^{MY} x_k^{MY} + \sum_{k=1}^{K_{CS}} c_k^{CS} x_k^{CS} + \sum_{k=1}^{K_{GSM}} c_k^{GSM} x_k^{GSM} \leq x^{res}$$

Конкретизуємо тепер структуру коригуючого рішення $y(x, w)$.
Для цього введемо додаткові позначення:

R_t^3 - набір агрозаходів по підживленню t -ої культури;

R_t^4 - набір агрозаходів по боротьбі із шкідливими видами;

$y_{t,j,r}$ - булева змінна, що приймає значення 1, якщо на j -ій ділянці, на якій розмішена культура t , застосовується r -ий коригуючий агрозахід r -м способом ($r \in R_t^3 \cup R_t^4$), $l \in L_r$, та 0 - у протилежному випадку;

$y_{t,j,k}^{MY}$ - доза внесення k -го мінерального добрива для підживлення культури t на j -му полі;

$y_{r,r}^{CS}$ - булева змінна, що приймає значення 1, якщо у r -му агрозаході використовується k -ий засіб захисту рослин, та 0 - в протилежному випадку, $r \in \bigcup_{t=1}^I R_t^4$.

Коригуюче рішення $y(x, w)$ визначається у вигляді такого вектора:

$$y(x, w) = \left[\begin{array}{c} \{ y_{t,j,r} \}_{\substack{t=1, \dots, I, l \in L_r \\ r \in R_t^3 \cup R_t^4, j=1, \dots, J}} \\ \{ y_{t,j,k}^{MY} \}_{\substack{t=1, \dots, I \\ j=1, \dots, J, k=1, \dots, K_{MY}}} , \{ y_{r,r}^{CS} \}_{\substack{k=1, \dots, K_{CS} \\ r \in R_t^4}} \end{array} \right]$$

Допустима множина $Y(x, w)$ коригуючих рішень при фіксованих стратегічному рішенні x та реалізації Природи w визначається такими умовами:

1. Сумарна кількість мінеральних добрив кожного виду, що вноситься для підживлення культур, не повинна перевищувати кількість мінеральних добрив, залишених у господарстві після внесення під основну обробку ґрунту. Ця умова записується з врахуванням обмеження (4) таким чином:

$$\sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J S_j y_{t,j,k}^{MY} \leq x_k^{MY} - \sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J S_j x_{t,j,k}^{MY}, \quad k=1, \dots, K_{MY}$$

2. Сумарна кількість засобів захисту рослин кожного виду, що використовується для проведення боротьби зі шкідливими видами, що з'явилися, не повинна перевищувати наявну у господарстві кількість. Ця умова записується з урахуванням обмеження (5) таким чином:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{r \in R_i^d} \sum_{l \in L_r} a_{kr}^{CS} S_j y_{l,j,r,l} y_{kr}^{CS} \leq x_k^{CS} -$$

$$- \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{r \in R_i^2} \sum_{l \in L_r} a_{kr}^{CS} S_j x_{l,j,r,l} x_{kr}^{CS}, \quad k=1, \dots, K_{CS}.$$

3. Сумарні витрати паливно-мастильних матеріалів кожного виду при виконанні коригувачих агрозаходів не повинні перевищувати наявну в господарстві кількість. Ця умова з урахуванням обмеження (6) записується таким чином

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{r \in R_i^3} \sum_{l \in L_r} a_{kr}^{GCM} S_j y_{l,j,r,l} \leq x_k^{GCM} -$$

$$- \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{r \in R_i^1} \sum_{l \in L_r} a_{kr}^{GCM} S_j x_{l,j,r,l}, \quad k=1, \dots, K_{GCM}.$$

4. Кількість сільськогосподарської техніки кожного виду, одночасно задіяної на проведенні агрозаходів, не повинно перевищувати наявну в господарстві кількість:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{r \in R_i^3} \sum_{l \in L_r} S_j / p_{kr,l,j} y_{l,j,r,l} \leq \Phi_k, \quad k=1, \dots, K_T.$$

Основними показниками, що визначають вплив погодних умов на врожайність культур, виступають усереднені по кожній декаді значення температури, опадів, середні дати переходу температури через визначені межі, мінімальні температури повітря та ґрунту в зимові місяці, співвідношення температури повітря та снігового покриття. Нехай $\xi^1, \xi^2, \dots, \xi^L$ - набір змінних, що відповідають перерахованим вище показникам. Базуючись на багаторічних спостереженнях, для кожної змінної ξ^l можна сформувати область її зміни $[\xi_{min}^l, \xi_{max}^l]$, де ξ_{min}^l - мінімальне з тих, що спостерігались

раніше значень змінної ξ^l , а ξ^l_{\max} - максимальне, $l=1, 2, \dots, L$. Розіб'ємо область зміни кожного з показників на M інтервалів. Якщо значення змінної ξ_l лежить у j -у інтервалі, то будемо говорити, що ξ_l приймає значення (l, j) . Множину W реалізацій погодних умов можна сформувавши шляхом генерування всіх можливих комбінацій, укладених зі значень, що приймаються змінними ξ^1, \dots, ξ^L . Таким чином, окремій реалізації погодних умов w відповідає набір пар $\{(1, j_1), (2, j_2), \dots, (L, j_L)\}$.

Використовуючи багаторічні метеорологічні спостереження, можна визначити частоту повторення погодних умов w_j . Позначимо її $p(w_j)$ та будемо вважати, що вона збігається з імовірністю того, що в планованому році реалізується погодна ситуація w_j .

Для прогнозування врожайності культур у дисертаційному дослідженні використовуються методи програмування врожаїв, розроблені Шатіловим І. С. Згідно з цим підходом для нормального росту та розвитку рослин однаково важливі екологічні фактори, такі як сонячна радіація, тепло, волога, ґрунтове живлення. Недостатня для одного чинника знижує позитивний вплив всіх інших, при цьому рівень врожайності залежить від лімітуючого чинника. Використовуючи цей підхід, можна розрахувати врожайність культури залежно від реалізації стану Природи w та дози внесення добрив. Таку врожайність, розраховану за умови, що всі технологічні операції виконуються якісно, будемо називати технологічно забезпеченою врожайністю.

Якщо відомий стан Природи w , то згідно з моделлю, що розглядається, відомі значення показників, що визначають вплив погодних умов на врожайність культури. Таким чином, стають відомими такі агрометеорологічними показниками, як прихід ФАР, запаси продуктивної вологи та радіаційний баланс.

Розглянемо тепер ситуацію, коли t -а культура розміщується на j -ій ділянці та під основну обробку ґрунту введено k -е мінеральне добриво з дозов $x_{t,j}^{MU}$ та органічне добриво з дозов $x_{t,j}^{ORG}$. Тоді технологічно забезпечений врожай t -ої культури на j -ій ділянці обчислюється за формулою:

$$u_{\text{тех.об}}^{t,j}(x, w) = \min \left\{ u_{\text{ФАР}}^{t,j}(w), u_{\text{ВЛ}}^{t,j}(w), u_{\text{Тепл}}^{t,j}(w), u_N^{t,j}(x), u_P^{t,j}(x), u_K^{t,j}(x) \right\}, \quad (7)$$

де $u_{\text{ФАР}}^{i,j}(w)$ - максимальна врожайність i -ої культури на j -ій ділянці, лімітована лише приходом ФАР;

$u_{\text{ВЛ}}^{i,j}(w)$ - максимальна врожайність i -ї культури на j -ій ділянці, лімітована лише наявністю продуктивної вологи;

$u_{\text{ТЕПЛ}}^{i,j}(w)$ - максимальна врожайність i -ї культури на j -ій ділянці, лімітована приходом тепла;

$u_N^{i,j}(x), u_P^{i,j}(x), u_K^{i,j}(x)$ - врожайність i -ої культури, лімітована вмістом у ґрунті j -ої ділянки та внесеними із добривами відповідно азоту, фосфору та калію.

Величини $u_{\text{ФАР}}^{i,j}(w)$, $u_{\text{ВЛ}}^{i,j}(w)$, $u_{\text{ТЕПЛ}}^{i,j}(w)$ при заданому значенні w обчислюються за відомими формулами методів програмування врожаїв або задаються експертним шляхом. Величини $u_N^{i,j}(x)$, $u_P^{i,j}(x)$, $u_K^{i,j}(x)$ обчислюються агідно з методами програмування врожаїв по таких формулах:

$$u_N^{i,j}(x) = \frac{\sum_{k=1}^{K_{\text{МУ}}} x_{i,j,k}^{\text{МУ}} \sigma_k^N \xi_N^i + \Pi_j \xi_{\Pi}^{iN} \xi_M + x_{i,j}^{\text{ОРГ}} \sigma_{\text{ОРГ}}^N \xi_{\text{ОРГ}}^{iN}}{V_i^N}$$

$$u_P^{i,j}(x) = \frac{\sum_{k=1}^{K_{\text{МУ}}} x_{i,j,k}^{\text{МУ}} \sigma_k^P \xi_P^i + \Pi_j \xi_{\Pi}^{iP} \xi_M + x_{i,j}^{\text{ОРГ}} \sigma_{\text{ОРГ}}^P \xi_{\text{ОРГ}}^{iP}}{V_i^P}$$

$$u_K^{i,j}(x) = \frac{\sum_{k=1}^{K_{\text{МУ}}} x_{i,j,k}^{\text{МУ}} \sigma_k^K \xi_K^i + \Pi_j \xi_{\Pi}^{iK} \xi_M + x_{i,j}^{\text{ОРГ}} \sigma_{\text{ОРГ}}^K \xi_{\text{ОРГ}}^{iK}}{V_i^K}$$

де σ_k^N , σ_k^P , σ_k^K - вміст азоту, фосфору та калію у k -му мінеральному добриві;

ξ_N^i , ξ_P^i , ξ_K^i - коефіцієнт використання i -ою культурою азоту, фосфору та калію з мінеральних добрив;

ξ_{Π}^{iN} , ξ_{Π}^{iP} , ξ_{Π}^{iK} - коефіцієнт використання i -ою культурою азоту, фосфору та калію з ґрунту;

$\sigma_{\text{ОРГ}}^N$, $\sigma_{\text{ОРГ}}^P$, $\sigma_{\text{ОРГ}}^K$ - вміст азоту, фосфору та калію в органічному добриві;

$\xi_{\text{ОРГ}}^{iN}$, $\xi_{\text{ОРГ}}^{iP}$, $\xi_{\text{ОРГ}}^{iK}$ - коефіцієнт використання i -ою культурою азоту, фосфору та калію з органічних добрив;

V_i^N , V_i^P , V_i^K - внесення азоту, фосфору та калію на i ц основної та відповідну i я кількість побічної продукції i -ої куль-

тури, кг.

Якщо мінімум у формулі (7) досягається на одному зі значень $u_N^{t,j}(x)$, $u_P^{t,j}(x)$, $u_K^{t,j}(x)$, то це означає, що реалізовано сприятливі погодні умови, які потенційно могли б забезпечити врожайність більшу, ніж планувалось. У цьому випадку, коли лімітуючим врожайність чинником є умови живлення культури, і для збільшення врожайності необхідно внести додаткові дози поживних речовин. З цієї метою проводять підживлення культур мінеральними добривами. Рішення про величину дози $y_{t,j,k}^{MU}$ внесення k -го мінерального добрива для підживлення t -ої культури на j -му полі є однією з компонент коригуючого рішення $y(x, w)$, яке залежить від раніше прийнятого стратегічного рішення x та реалізації стану Природи $w \in W$. Якщо прийнято таке коригуюче рішення, то технологічно забезпечений врожай збільшується та обчислюється за формулою

$$u_{\text{тех.об}}^{t,j}(x, w, y(x, w)) = \\ = \min \left\{ u_{\text{Фар}}^{t,j}(w), u_{\text{Вл}}^{t,j}(w), u_{\text{Тепл}}^{t,j}(w), u_N^{t,j}(x) + u_N^{t,j}(y(x, w)), \right. \\ \left. u_P^{t,j}(x) + u_P^{t,j}(y(x, w)), u_K^{t,j}(x) + u_K^{t,j}(y(x, w)) \right\},$$

де потенційні прибавки врожаю $u_N^{t,j}(y(x, w))$, $u_P^{t,j}(y(x, w))$, $u_K^{t,j}(y(x, w))$ обчислюється за такими формулами:

$$u_N^{t,j}(y(x, w)) = \frac{\sum_{k=1}^{K_{MU}} y_{t,j,k}^{MU} \sigma_k^N \varepsilon_N^t}{V_t^N}, \quad (8)$$

$$u_P^{t,j}(y(x, w)) = \frac{\sum_{k=1}^{K_{MU}} y_{t,j,k}^{MU} \sigma_k^P \varepsilon_P^t}{V_t^P}, \quad (9)$$

$$u_K^{t,j}(y(x, w)) = \frac{\sum_{k=1}^{K_{MU}} y_{t,j,k}^{MU} \sigma_k^K \varepsilon_K^t}{V_t^K}. \quad (10)$$

Як уже зазначалося вище, технологічно забезпечений врожай - це ідеальний рівень врожайності культури, який досягається за умови, що всі технологічні операції виконуються без відхилень від агротехнічних вимог. Невиконання тієї чи іншої операції або відхилення від оптимальних параметрів призводить до втрат врожаю.

Для деяких технологічних операцій, таких, як боротьба з хворобами, шкідниками та бур'янами, можна розрахувати рівень втрат врожаю, використовувачи відомі в аграрній літературі моделі. Для інших агрозаходів коефіцієнти втрат врожаю задаються експертним шляхом. Позначимо $\eta_{i,r}$ коефіцієнт втрат врожаю i -ої культури внаслідок невиконання або неякісного виконання r -го агроприйому, $r \in R_i^1 \cup R_i^2 \cup R_i^3 \cup R_i^4$; $R_i(x, y(x, w))$ - множина агроприймів, які для обраного стратегічного рішення x та коригуючого рішення $y(x, w)$ або не виконуються при вирощуванні i -ої культури, або виконуються з відхиленням від оптимальних параметрів, $R_i(x, y(x, w)) \subset R_i^1 \cup R_i^2 \cup R_i^3 \cup R_i^4$. Тоді величина фактичної врожайності при обраних стратегічному рішенні x , реалізації стану Природи w та коригуючому рішенні $y(x, w)$ обчислюються за формулою

$$u_{i,j} = u_{\text{тех.об.}}^{i,j}(x, w, y(x, w)) \prod_{r \in R_i(x, y(x, w))} (1 - \eta_{i,r})$$

де \prod - символ множення.

Після того, як визначено прогнозу врожайність, обраховується величина прогнозованого прибутку:

$$\varphi_i(x, y(x, w), w) =$$

$$= \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J S_j \left(c_i u_{i,j} - \sum_{r \in R_i^1 \cup R_i^2 \cup R_i^3 \cup R_i^4} z_{r,i} (y_{i,j,r,i} + x_{i,j,r,i}) - \right.$$

$$- \sum_{k=1}^{K_{\text{МУ}}} c_k^{\text{МУ}} (y_{i,j,k} + x_{i,j,k}) -$$

$$- \sum_{k=1}^{K_{\text{ГСМ}}} \sum_{r \in R_i^1 \cup R_i^2 \cup R_i^3 \cup R_i^4} \sum_{l \in L_r} \alpha_{k,r,l}^{\text{ГСМ}} \alpha_{k,r,l}^{\text{ГСМ}} (y_{i,j,r,i} + x_{i,j,r,i}) -$$

$$- \left. \begin{aligned} & \sum_{k=1}^{K_{CS}} \alpha_k^{CS} \sum_{r \in R_t^1 \cup R_t^2} \sum_{l \in L_r} \alpha_{kr}^{CS} (x_{tjr} u_{kr}^{CS} + x_{tjrl} x_{kr}^{CS}) \end{aligned} \right\}.$$

де на доповнення до раніше прийнятих позначень введено:

- S_j - площа j -ї ділянки;
- c_t - прогнозна ціна t -ї культури;
- u_{tj} - прогнозована врожайність t -ї культури на j -й ділянці;
- L_r - множина способів виконання r -ї технологічної операції;
- z_{rl} - питоми витрати на оплату праці робітників, що припадають на 1 га площі, при нормативній виробі виконання r -ї технічної операції l -м способом;

α_{kr}^{CSM} - витрати паливно-мастильних матеріалів k -го виду на одиницю площі при виконанні r -го агрозаходу, l -м способом, $l \in L_r$, $r \in R_t^1 \cup R_t^2$, $t=1, \dots, I$.

α_{kr}^{CS} - витрати k -го засобу захисту на одиницю площі при виконанні r -го агрозаходу, $r \in R_t^2$, $t=1, \dots, I$.

У четвертій главі дисертаційного дослідження наведено допоміжні економіко-математичні моделі та методи, які призначені для формування досить вузької множини "гарних" альтернативних керуваних рішень, на якій здійснюється пошук оптимального рішення з використанням підходу, викладеного в третій главі.

Традиційно в сільськогосподарській літературі задача оптимального розміщення культур розв'язується з урахуванням середньої врожайності \bar{u}^{tj} , середньої очікуваної ціни продажу \bar{c}_t^1 та собівартості \bar{c}_t^2 . Такий підхід у випадку реалізації несприятливих погодних умов поєднаний з ризиком, пов'язаним з завищеною оцінкою очікуваного прибутку. Для того, щоб приймати рішення про розміщення посівних площ, яке максимізує прибуток та враховує при цьому очікуваний ризик, пропонується така економіко-математична модель:

$$\begin{aligned} & \sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J S_{tj} x_{tj} [(\bar{c}_t^1 - \bar{c}_t^2) \bar{u}^{tj} + \rho \min(0, \sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J S_{tj} x_{tj} [(c_t^1(w) - \\ & - c_t^2(w)) u^{tj}(w) - (\bar{c}_t^1 - \bar{c}_t^2) \bar{u}^{tj}])] \rightarrow \max \end{aligned}$$

при обмеженнях

$$\sum_{t \in I_j} x_{tj} = 1, \quad j = 1, \dots, J$$

$$x_{tj} \geq 0, \text{ якщо } j \in I_j,$$

$x_{tj} = 0$ - в протилежному випадку, $t=1, \dots, I; j=1, \dots, J$,

$$\sum_{j=1}^J S_{tj} u_{tj} x_{tj} \geq P_t, \quad t \in I_0,$$

де ρ - ризик фактор, позитивна величина;

S_{tj} - площа j -ї ділянки, відведена під t -у культуру;

I_j - множина сільськогосподарських культур, які можна розміщувати на j - м ділянці з урахуванням вимог сивозміни;

x_{tj} - булева змінна, що дорівнює 1, якщо i -а культура розміщується на j -ій ділянці та 0 - в протилежному випадку;

P_t - необхідний мінімум збору врожаю i -ої культури, потрібний для забезпечення переробних виробництв власною сировиною;

I_0 - множина культур вирощуваних для цих цілей;

$c^1(w), c^2(w)$ - прогнозовані значення ціни та собівартості t -ої культури в разі реалізації погідних умов w ;

$u^{tj}(w)$ - врожайність t -ї культури на j -й ділянці при реалізації погідних умов w ;

Для моделювання розподілу органічних та мінеральних добрив між оброблюваними культурами запропоновано таку двоетапну модель стохастичного програмування.

На першому етапі ОПР приймає рішення, що є вектором $x = ((x_{tj}^{MU}), (x_{tj}^{MU}), (x_{tj}^{OPR}))$, який повинен задовольняти таким обмеженням:

1) сумарний обсяг мінеральних добрив, що закуповуються, не повинен перевищувати виділені для цього грошові кошти

$$\sum_{k=1}^K x_k^{MU} c_k^{MU} \leq B_{MU}; \quad (II)$$

2) кількість мінерального добрива k -го виду, що вноситься під всі культури, не повинна перевищувати закуповувану кількість

$$\sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J D_{t,j} x_{t,j,k}^{AY} \leq x_k^{AY}, \quad k=1, \dots, K_{AY}; \quad (12)$$

3) кількість органічного добрива, що вноситься під всі культури, не повинна перевищувати сумарну кількість тих, що є в господарстві

$$\sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J x_{t,j}^{ope} D_{t,j} \leq B_{ope}; \quad (13)$$

4) всі змінні мають бути ненегативними

$$x_{t,j}^{ope} \geq 0, \quad x_{t,j,k}^{AY} \geq 0, \quad x_k^{AY} \geq 0 \\ t=1, \dots, I, \quad j=1, \dots, J, \quad k=1, \dots, K_{AY}. \quad (14)$$

Після того, як прийнято стратегічне рішення x , реалізується стан природи ω та уточнюється врожайність культур, що лімітуються агрометеорологічними факторами з використанням формули:

$$u^{t,j}(x, \omega) = \\ = \min \left\{ u_{\Phi AP}^{t,j}(\omega), u_{\delta A}^{t,j}(\omega), u_{менA}^{t,j}(\omega), u_N^{t,j}(x), u_P^{t,j}(x), u_K^{t,j}(x) \right\}. \quad (15)$$

На другому етапі ОПР приймає рішення про внесення додаткових доз мінерального добрива $y_{t,j,k}^{AY}$, які повинні задовольняти обмеженням на наявні у господарстві його обсяги,

$$\sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J D_{t,j} y_{t,j,k}^{AY} \leq x_k^{AY} - \sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J x_{t,j,k}^{AY} D_{t,j}, \quad k=1, \dots, K_{AY}. \quad (16)$$

З урахуванням додаткових доз мінерального добрива врожайність t -ї культури на j -й ділянці обчислюється за формулою

$$u^{t,j}(x, \omega, y) = \min \left\{ u_{\Phi AP}^{t,j}(\omega), u_{\delta A}^{t,j}(\omega), u_{менA}^{t,j}(\omega), \right. \\ \left. u_N^{t,j}(x) + u_N^{t,j}(y), u_P^{t,j}(x) + u_P^{t,j}(y), u_K^{t,j}(x) + u_K^{t,j}(y) \right\}.$$

де y - вектор, укладений з компонент $y_{t,j,k}^{AY}$, $t=1, \dots, I$, $j=1, \dots, J$, $k=1, \dots, K_{AY}$; $u_N^{t,j}(y)$, $u_P^{t,j}(y)$, $u_K^{t,j}(y)$ обчислюється за формулами (8) - (10).

ОПР прагне вибрати такі дози $y_{t,j,k}^{xy}$, що задовольняють обмеженням (16), при яких максимізується валовий збір врожаю у грошовому обчисленні, тобто на другому етапі ОПР вирішує таку оптимізаційну задачу другого етапу:

$$\sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J c_t u^{tj}(x, w, y) D_{tj} \rightarrow \max \quad (17)$$

при обмеженнях (16) та

$$y_{t,j,k}^{xy} \geq 0, \quad t=1, \dots, I; \quad j=1, \dots, J; \quad k=1, \dots, K_{xy}. \quad (18)$$

Тут c_t - прогнозні ціни на t -у культуру.

Нехай $y(x, w)$ - вирішення задачі другого етапу при фіксованих x та w . Тоді значення функції

$$\begin{aligned} \varphi(x, w) &= \max_y \sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J c_t u^{tj}(x, w, y) D_{tj} = \\ &= \sum_{t=1}^I \sum_{j=1}^J c_t u^{tj}(x, w, y(x, w)) D_{tj} \end{aligned} \quad (19)$$

являють собою валовий збір врожаю в грошовому обчисленні за умови, що на першому етапі обрано рішення x , реалізувались погодні умови w та на другому етапі ОПР обрала оптимальне коригуваче рішення, яке полягає в розподілі мінеральних добрив для підгодовування культур і в вирішенні оптимізаційної задачі (16), (17), (18).

Промодельовавши різні погодні ситуації w та визначивши для кожного з них значення функції (19) у фіксованій точці x , можна визначити середнє очікуване значення валового збору врожаю за умови, що на першому етапі прийнято рішення x :

$$\Phi(x) = M \varphi(x, w) = \sum_{w \in W} \varphi(x, w) p(w), \quad (20)$$

де M - знак математичного очікування, $p(w)$ - імовірність реалізації станів Природи w .

Тоді задача ОПР на першому етапі прийняття рішення перебуває у виборі такого рішення x , що задовольняє обмеженням (11) - (14), при якому досягається максимум функції (20). Таким чином, на першому етапі ОПР повинна вирішити таку задачу:

$$\max_{U} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J c_i u^{ij}(x, w, y) D_{ij} \rightarrow \max_x$$

при обмеженнях (11) - (14).

Автором дисертаційного дослідження розроблено динамічну модель розподілу сільськогосподарської техніки за видами робіт та формування графіка їх використання при обмежених ресурсах. Ця модель враховує залежність врожайності від термінів виконання технологічних операцій. За допомогою цієї моделі можна вирішувати таке важливе питання оперативного управління польовими роботами, як оптимальне використання сільськогосподарської техніки в піковий період в умовах її дефіциту.

Згідно з запропонованою моделлю весь цикл сільськогосподарського виробництва розбитий на T періодів. Це можуть бути п'ятиденки, тижні або інші часові інтервали. Допускається, щоб тривалості періодів були неоднаковими. Наприклад, для більш "гарячого" часу періоди можуть бути короткими - триденки, щоб точніше врахувати пікові навантаження, для зимового часу більш довгими - місяці. Вважається, що для кожного поля z задано культуру k , яку буде вирощуватись протягом циклу T . У випадку, коли поле знаходиться під паром, формально будемо вважати, що йому також відповідає деякий індекс культури k (наприклад, $k=0$).

Для кожного поля z та вирощуваної на ньому культури k складається технологічна карта, що охоплює T періодів. Якщо протягом T періодів на полі послідовно будуть вирощуватись дві культури, то це буде об'єднана технологічна карта. Карта поля z містить опис послідовності агроприймів та технологічних операцій (TO) $i \in I_{sk}$, для кожної з яких задано множину періодів $T_{tsk} \subseteq T$, протягом яких операція (агроприйм) має бути виконана. Для кожного періоду $t \in T_{tsk}$ задано коефіцієнт величини врожайності $k_{tsk}^{tO} < 1$ (він називається також відносною врожайністю), якщо операція виконується у цей період. Вважається також, що є множина періодів $T_{tsk}^{tO} \subseteq T_{tsk}$, для яких $k_{tsk}^{tO} = 1$, - це найкращий час виконання операції. Коефіцієнт k_{tsk}^{tO} тим є менше, що далі період t знаходиться від періодів множини T_{tsk}^{tO} . Терміни періодів T_{tsk}^{tO} та T_{tsk} розраховуються фахівцями виходячи з досвіду минулих років та прогнозів погодних умов на майбутній час. Врожайність культури k на полі z вважається рівною $\bar{Y}_{sk} k_{tsk}^{tO}$ для тієї частини поля z , на якій операція i виконується в період t . \bar{Y}_{sk} - очікувана врожайність культури

к на полі з у випадку виконання всіх запланованих ТО у найкращі для них терміни.

Множину операцій кожної карти поділено на дві частини - обов'язкові I_{sk}^O та необов'язкові I_{sk}^I . До обов'язкових операцій належать такі, без виконання яких вирощування культури є неможливим - це оранка, сіяння, збирання та інші. До необов'язкового - ті, невиконання яких лише зменшує врожайність (скажімо, до 10 %); це додаткове внесення добрив, підгодівля і т.ін. Для необов'язкових операцій задається коефіцієнт $k_{tsk}^H \leq 1$, що враховує зменшення врожайності у випадку невиконання операції. Для обов'язкових операцій $k_{tsk}^H = 0$. Для кожної культури к поля з і ТО і задається обсяг робіт із її виконання $\bar{\delta}_{tsk}$ (га).

Для розрахунку деяких коефіцієнтів k_{tsk}^H можна використовувати моделі та методи, наведені вище у главах 3 та 4. Інші коефіцієнти визначаються на основі багаторічних спостережень, досвіду, оперативної інформації, рекомендацій агрономічної науки, а також експертним шляхом.

Далі у обмеженнях (24) моделі з метою зручності запису використовується коефіцієнт $k_{tsk}^t = k_{tsk}^{to} - k_{tsk}^H$. За смислом коефіцієнти моделі k_{tsk}^H та k_{tsk}^{to} пов'язані співвідношенням $k_{tsk}^H \leq k_{tsk}^{to}$. Отже, $0 \leq k_{tsk}^t \leq 1$.

Кожна операція $i \in I_{sk}^I$ може бути виконана декількома способами $j \in J_{tsk}^i$ з використанням різних тракторів, машин, механізмів та авіації. Кожен спосіб виконання j характеризується приведеними витратами z_{tjsh}^t (крб/годину), продуктивністю a_{tjsh}^t (га/годину) та видатком ресурсів p_{rtjsh}^t (одиниць/годину), де $r \in R$ множина видів ресурсів. Розрахунок вказаних параметрів виконується фахівцями на основі нормативної бази, методик розрахунків відповідних параметрів, досвіду попередніх років та обмежень на виконання операцій.

Для кожної групи суміжних періодів $\gamma \in \Gamma_r$ та для кожного виду ресурсу r має бути задано сумарне обмеження на його використання P_r^γ , де γ - окрема група періодів, тут Γ_r - множина груп, на які розбито множину T для ресурсу r . Для кожного виду ресурсу допускається, таким чином, своє розбивання множини T . Наприклад, для палива може бути одна група, що містить весь цикл T , якщо є достатній запас палива, для фахівців та техніки - це обмеження робочого фонду часу для кожного періоду t , отримане виходячи з

норм виробітку людини за день та можливості використання протягом дня техніки. Причому обмеження на фонд робочого часу фахівців можуть бути накладені таким чином, що будуть допускати наднормову роботу у пікові періоди та "вимагати" компенсацію у менше напружені періоди.

Для кожного способу J виконання Т0 $t \in I_{sk}$ у період t вводиться змінна $x_{t,j,sk}^t$ - час його використання для обробки поля s , зайнятого культурою k , найкраще значення якої визначається з рішення оптимізаційної задачі.

Критерієм в оптимізаційній задачі є очікуваний у результаті продажу вирощуваного врожаю прибуток агрофірми, який обчислюється з урахуванням втрат врожаю при недотримуванні найкращих термінів виконання Т0 та у випадку відмови від виконання деяких Т0.

Формально математична модель записується таким чином

$$\sum_{k \in K} \sum_{s \in S_k} \left(D_{sk} C_k \bar{Y}_{sk} \left(\prod_{t \in I_{sk}} \mu_{tsk} \right) - \sum_{t \in I_{sk}} \sum_{t \in T_{tsk}} \sum_{j \in J_{tsk}} z_{t,j,sk}^t x_{t,j,sk}^t \right) \rightarrow \max \quad (21)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{t \in T_{tsk}} \sum_{j \in J_{tsk}} a_{t,j,sk}^t x_{t,j,sk}^t = \bar{\delta}_{tsk}, \quad t \in I_{sk}^0, \quad s \in S_k, \quad k \in K, \quad (22)$$

$$\sum_{t \in T_{tsk}} \sum_{j \in J_{tsk}} a_{t,j,sk}^t x_{t,j,sk}^t \leq \bar{\delta}_{tsk}, \quad t \in I_{sk}^1, \quad s \in S_k, \quad k \in K, \quad (23)$$

$$\mu_{tsk} = k_{tsk}^H + \frac{\sum_{t \in T_{tsk}} k_{tsk}^t \sum_{j \in J_{tsk}} a_{t,j,sk}^t x_{t,j,sk}^t}{\bar{\delta}_{tsk}}, \quad t \in I_{sk}, \quad s \in S_k, \quad k \in K, \quad (24)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{s \in S_k} \sum_{t \in I_{sk}} \sum_{t \in T_{tsk}} \sum_{r \in R} \sum_{j \in J_{tsk}} p_{r,t,j,sk}^t x_{t,j,sk}^t \leq P_r^r, \quad \gamma \in \Gamma_r, \quad r \in R, \quad (25)$$

$$0 \leq x_{t,j,sk}^t \leq x_{t,j,sk}^{t \max} \quad (26)$$

В моделі (21) - (26) використано такі позначення.

Індекси:

k - культура; s - поле; t - технологічна операція; t - період; J - спосіб виконання Т0; r - вид ресурсу; γ - група періодів, на яку

виділено ліміт ресурсу.

Множини (говорачи далі про поле, індекс культури будемо за можливість опускати, вважаючи, що індекс поля однозначно визначає й індекс культури):

- K - сільгоспкультури, що вирощуються агрофірмою;
 S_k - поля, на яких вирощується культура k ;
 I_{sk} - ТО в технологічній карті вирощування культури k на полі s ;
 I_{sk}^0, I_{sk}^1 - обов'язкові та необов'язкові ТО;
 T_{tsk} - періоди, протягом яких можна виконати ТО t на полі s ;
 T_{tsk}^0 - найкращі періоди для виконання ТО t на полі s ;
 J_{tsk}^t - способи, якими можна виконати ТО t на полі s у період t ;
 R - види ресурсів, які можуть знадобитись протягом всього циклу T для вирощування сільгоспкультур;
 Γ_r - групи циклу T , для кожної з яких задано ліміт використання ресурсу r ;
 Γ_r^v - періоди групи γ , що мають спільне обмеження на використання ресурсу r .

Параметри:

- D_{sk} - площа поля s , на якому вирощується культура k ;
 \bar{D}_{tsk} - площа, на якій ТО t на полі s має бути виконана;
 C_k - прогнозована вартість 1 тони врожаю культури k ;
 \bar{Y}_{sk} - середня запланована врожайність культури k на полі s за умови, що всі заплановані ТО для цієї культури будуть виконані у найкращий термін;
 z_{tjsh}^t - приведені витрати на виконання ТО t на полі s способом j у період t протягом години (крб/годину);
 α_{tjsh}^t - годинна продуктивність виконання ТО t на полі s у період t способом j (га/годину);
 P_{rtjsh}^t - коефіцієнт використання ресурсу r при виконанні ТО t на полі s у період t способом j протягом години (1 од.ресурсу /годину);
 P_r^v - ліміт ресурсу r , виділений групі періодів $\gamma \in \Gamma_r$;
 K_{tsk}^H - коефіцієнт зменшення врожайності у випадку невиконання ТО t на полі s ;
 K_{tsk}^t - коефіцієнт зменшення врожайності при виконанні ТО t у період t на полі s ;
 $x_{tjsh}^{t \max}$ - максимально можлива кількість годин застосування способу

виконання f TO t на полі z у період t .

Змінними в моделі є:

$x_{t, j, z}^t$ - час (години) виконання TO t на полі z у період t способом f ;

$\mu_{t, z}$ - інтегральний коефіцієнт зменшення врожайності для всього поля z , який залежить від обсягу та термінів виконання TO t .

Наприкінці четвертої глави наведено аналіз результатів розрахунків, що ілюструють запропонований підхід до формування управлінських рішень в умовах ризику та невизначеності на прикладі розподілу мінеральних добрив та засобів захисту рослин.

Розглянуто таку спрощену задачу. На трьох полях господарства розміщуються озима пшениця, кукурудза на зерно та жито ярове. Відомими є площа кожного з полів та вміст у ґрунті поживних речовин. Розглядаються чотири можливі варіанти погодних умов, що впливають на врожайність обраних культур: тепла суха погода, тепла волога, помірна та холодна.

Є п'ять альтернативних варіантів рішень щодо доз внесення мінеральних добрив у розрахунку на різні очікувані погодні умови. Перший варіант відповідає теплій сухій погоді; другий - теплої вологій; третій - помірній; четвертий - холодній та п'ятий варіант відповідає визначенню дози внесення у розрахунку на середні очікувані врожайності культур, що розглядаються.

Зазначимо, що п'ятий альтернативний варіант часто використовується на практиці, коли дозу внесення добрив розраховують за середньою врожайністю культур. На майбутній сезон існує прогноз погодних умов, виражений у вигляді розподілу імовірностей тієї чи іншої погоди: імовірність теплої сухої погоди дорівнює 0.5; теплої вологої - 0.3; помірної - 0.15; холодної - 0.05.

Як критерій оптимальності при порівнянні різних варіантів рішень використовується середній очікуваний прибуток від реалізації вирощеної сільськогосподарської продукції.

У відповідності до запропонованого підходу для кожного альтернативного рішення визначались стратегічне та коригуюче рішення. Стратегічним є рішення про дозу внесення мінеральних добрив під основну обробку ґрунту, що приймається до реалізації погодних умов; коригуючим є рішення про дозу внесення мінеральних

добрив у підгодівлю; воно приймається з урахуванням відомої реалізації погодних умов. Результати розрахунків за всіма розглянутими варіантами наведені у таблицях 1-4. Результати, наведені у табл. 1, ілюструються на рис. 1.

Аналіз наведених результатів показує, що, якщо як критерій оптимальності використовувати середній очікуваний прибуток, то при поточних рівнях цін на сільськогосподарську продукцію та на мінеральні добрива найкращою в середньому стратегією планування внесення добрив є прийняття рішень у розрахунку на найбільш імовірні погодні умови (у нашому випадку - тепла суха погода, імовірність якої дорівнює 0.5). Така стратегія, відповідна варіанту 2, забезпечує господарству одержання прибутку майже за всіх погодних умов. Тільки за малоімовірної холодної погоди, імовірність якої дорівнює 0.05, господарство буде у збитку. При збільшенні рівня цін на сільськогосподарську продукцію всього на 10% стосовно до базового рівня ця стратегія, залишаючись найкращою в середньому стратегією, забезпечує беззбитковість господарства за будь-яких погодних умов (табл. 2).

Цікаво відзначити, що планування внесення добрив у розрахунку на середню очікувану врожайність (варіант 5) не є оптимальним ні за яких виявах погодних умов. Більше того, з великою імовірністю така стратегія призводить до збитків: у випадку розглядуваного прикладу за теплої сухої погоди, імовірність якої дорівнює 0.5, збитки складають 185.5 млн крб. Цей приклад наочно демонструє недопустимість використання детермінованих моделей прийняття рішень у сільськогосподарському виробництві, які використовують усереднені показники врожайності культур.

Особливий інтерес представляє консервативна (максиміальна) стратегія, що полягає у прийнятті рішення в розрахунку на найгірші (нехай навіть малоімовірні) погодні умови). В нашому випадку такій стратегії відповідає четверте альтернативне рішення. При реалізації максиміальної стратегії господарство за будь-яких погодних умов забезпечено гарантованим прибутком. У середньому така стратегія поступається за ефективністю іншим стратегіям, проте вона страхує господарство від фінансових зривів при проявленні малоімовірних погодних умов. Привабливість консервативної стратегії посилюється при погіршенні ринкової кон'юнктури. Так, при зменшенні рівня цін всього на 10% в

Розподіл прибутків (збитків) при поточних рівнях цін
на сільськогосподарську продукцію та мінеральні добрива

Табл. 1

Варіант	Погодні умови				Середній прибуток(збиткі)
	тепл.-сух.	тепл.-волог.	помірно	холодн.	
1	-2070.54	1275.96	-1306.69	-2949.94	-995.98
2	609.81	609.81	483.41	-189.59	550.88
3	166.31	808.56	808.56	-426.69	425.67
4	480.09	480.09	480.09	480.09	480.09
5	-185.51	683.44	330.34	-984.91	112.58

Розподіл прибутків (збитків) у випадку, коли ціни
на сільськогосподарську продукцію збільшаться на 10% порівняно
з базовим рівнем.

Табл. 2

Варіант	Погодні умови				Середній прибуток(збиткі)
	тепл.-сух.	тепл.-волог.	помірно	холодн.	
1	-1526.54	2349.76	-676.09	-2556.94	-287.60
2	1153.81	1153.81	989.01	203.41	1081.57
3	671.91	1439.16	1439.16	-33.69	981.89
4	873.09	873.09	873.09	87.09	873.09
5	358.49	1391.82	960.94	-591.91	711.34

Розподіл прибутків (збитків) у випадку, коли ціни
на сільськогосподарську продукцію зменшаться на 10% порівняно
з базовим рівнем.

Табл. 3

Варіант	Погодні умови				Середній прибуток(збиткі)
	тепл.-сух.	тепл.-волог.	помірно	холодн.	
1	-2614.54	202.16	-1937.29	-3342.94	-1704.36
2	65.81	65.81	-22.19	-582.59	20.19
3	-339.29	177.96	177.96	-819.69	-130.55
4	87.09	87.09	87.09	87.09	87.09
5	-729.52	-24.93	-300.26	-1377.91	-486.17

Розподіл прибутків (збитків) у випадку, коли ціни
на мінеральні добрива зменшаться на 30% порівняно
з базовим рівнем.

Табл. 4

Варіант	Погодні умови				Середній прибуток(збиткі)
	тепл.-сух.	тепл.-волог.	помірно	холодн.	
1	-508.80	2837.70	255.05	-1388.20	565.75
2	1245.04	1245.04	1118.64	445.64	1186.11
3	971.07	1613.32	1613.32	378.07	1230.44
4	890.42	890.42	890.42	890.42	890.42
5	786.72	1655.67	1302.57	-12.68	1084.81

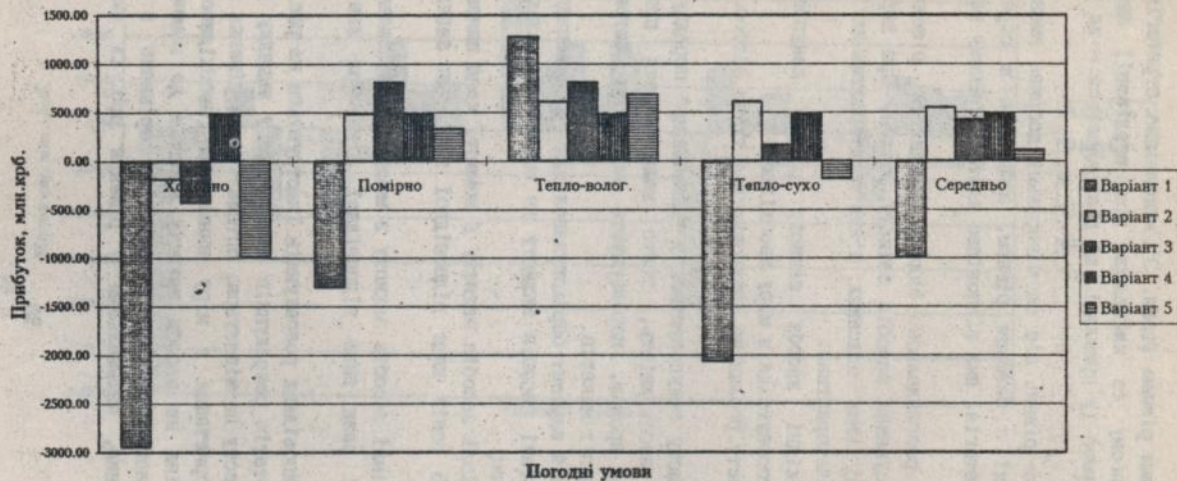


Рис.1. Розподіл прибутків (збитків) для поточних рівнів цін на сільськогосподарську продукцію і мінеральні добрива

порівнянні з поточним рівнем (табл. 3) максимальна стратегія стає найкращою в середньому та найкращою при реалізації найбільш імовірних погодних умов (у прикладі, що розглядається - за теплою сухою погодою).

У випадку, коли рівень цін на мінеральні добрива зменшиться на 30% в порівнянні з базовим рівнем, найкращою в середньому стратегією буде стратегія, яка відповідає альтернативному варіанту 3 (табл. 4).

Окрім того, розглядалась задача прийняття рішень про закупівлю та застосування засобів захисту рослин. При вирішенні цієї задачі на тлі вище описаних п'яти альтернативних рішень розглядалися такі альтернативи:

1) всі необхідні засоби захисту рослин закуповуються заздалегідь та застосовуються в міру необхідності;

2) засоби захисту рослин не закуповуються та не застосовуються ні за яких умов;

3) засоби захисту закуповуються у "пожежному" порядку, коли виникає в цьому необхідність, тобто коли втрати прибутку, викликані втратами врожаю, перевершують додаткові витрати на придбання та внесення хімікатів.

При цьому третій варіант обраховувався для трьох випадків:

а) ціна закупівлі засобів захисту не міняється залежно від моменту їх придбання;

б) ціна закупівлі засобів захисту в момент, коли виявилась у них потреба, у 1.5 разів вище відповідної ціни при завчасному придбанні;

в) ціна закупівлі засобів захисту в момент, коли виявилась у них потреба, у 2 рази вище відповідної ціни при завчасному придбанні.

Результати відповідних розрахунків ілюструються на рис. 2-4. З наведених результатів розрахунків видно, що у випадку, коли ціна на засоби захисту не міняється, оптимальним є рішення про їх придбання та використання в міру виникнення необхідності. У випадку, коли ціна на засоби захисту зростає до моменту їх безпосереднього застосування в 2 рази в порівнянні з ціною завчасного придбання, оптимальним є рішення про їх завчасне придбання.

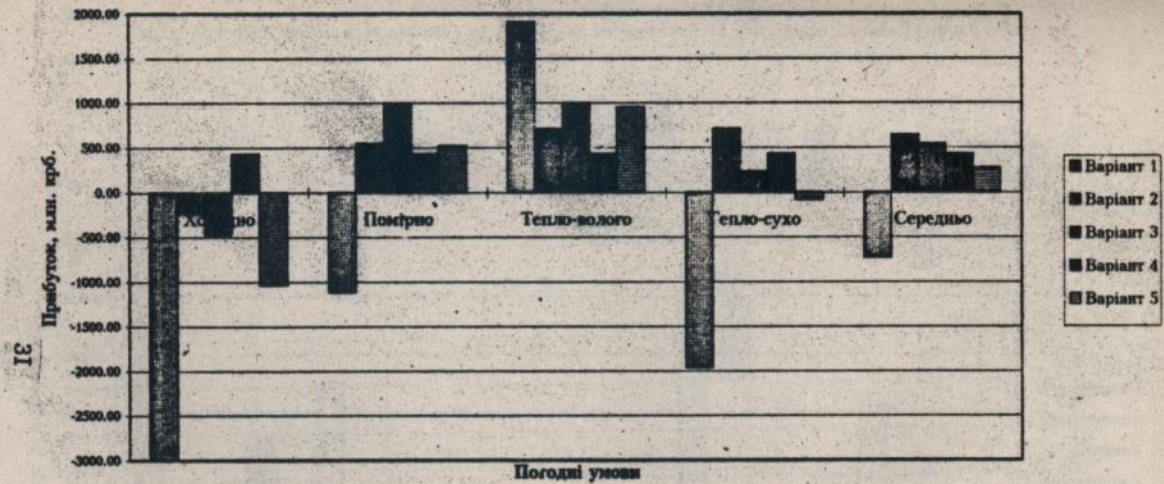


Рис.2. Розподіл прибутків (збитків) за умови, що засоби захисту закупаються заздалегідь

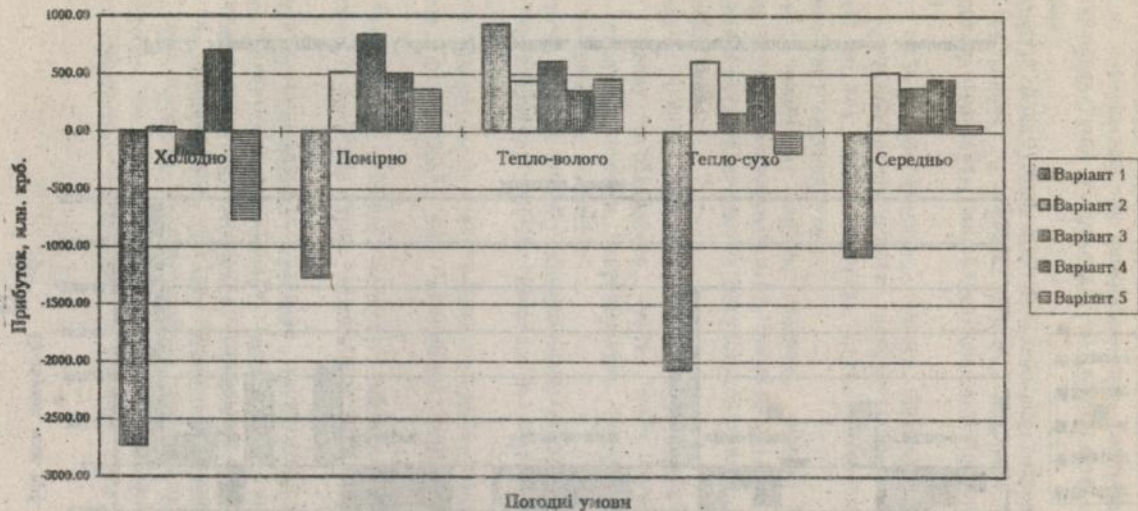


Рис.3. Розподіл прибутків (збитків) за умови, що засоби захисту рослин не закуповуються і боротьба з хворобами та шкідниками не проводиться

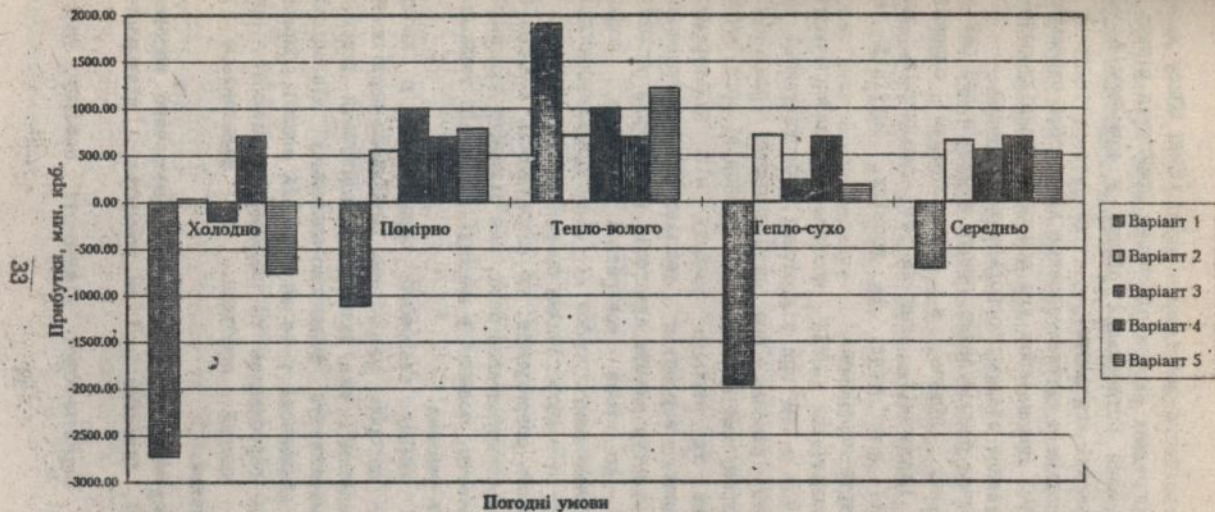


Рис.4. Розподіл прибутків (збитків) за умови, що боротьба зі шкідниками та хворобами здійснюється в міру потреби, а необхідні засоби захисту закуповуються в "пожежному" порядку за такою ж ціною, що й при завчасній закупівлі

П'яту главу дисертаційного дослідження присвячено опису двох розроблених автором програмних систем підтримки прийняття рішень, призначених для вироблення оптимальних рішень у виробничій та фінансовій сферах діяльності агрофірми.

Перша програмна система є автоматизованою діалоговою системою прийняття рішень (АДСПР), призначеною для розробки індивідуалізованої технології вирощування сільськогосподарських культур.

Тому АДСПР передбачає безпосередню участь агронома або ОПР у виробленні управлінських рішень з використанням широкої нормативно-довідкової інформації, моделей та алгоритмів, що зберігаються у пам'яті комп'ютера, та досвіду, інтуїції та теоретичних знань експерта-аграрника.

Функціональне призначення АДСПР полягає у забезпеченні інтелектуального інтерфейсу з ОПР при підготовці, обґрунтуванні та прийнятті управлінських рішень, при раціональному розподілі земельного фонду під вирощувані культури; при розподілі органічних та мінеральних добрив та засобів захисту між культурами; формуванні раціональних варіантів технологій вирощування сільськогосподарських культур шляхом адаптації параметрів типових зональних технологій до умов конкретної ділянки, поля, господарства; при оптимальному розподілі сільськогосподарської техніки за видами робіт та технологічними операціями.

Методична особливість розрахунків, що виконуються, полягає в тому, що використовується нормативна база, яка підвищує достовірність отриманих результатів, поданих у вигляді варіантів технологічних карт та зведених таблиць.

Для аналізу та обліку правового середовища, в якому функціонує агрофірма, автором розроблено довідково-аналітичну програмну систему "Податки", яка дозволяє аналізувати існуюче законодавство, що регламентує фінансово-виробничу діяльність суб'єктів господарчої діяльності, та на правовій основі обирати такі форми організації виробництва та напрямки діяльності, при яких максимізується чистий прибуток, що залишається у розпорядженні господарства.

Шосту главу дисертаційного дослідження присвячено методам вивчення маркетингової, інвестиційної та комерційної діяльності агрофірми.

При дослідженні маркетингової діяльності основну увагу

приділено регресійним моделям прогнозу попиту. Описано два методи оцінки невідомих параметрів регресійної моделі.

При дослідженні інвестиційної діяльності сформульовано проблему вибору проекту розвитку агрофірми у вигляді економіко-математичної моделі.

Параметрами моделі є такі дані.

1. Період часу T функціонування проекту.

2. Множина розглядуваних технічних варіантів реалізації проекту V . Кожен варіант характеризується такими даними:

а) необхідні капітальні вкладання (КВ) в основний капітал по роках реалізації проекту - K_v^t , $t = \overline{1, T}$. Як правило, величини K_v^t задовольняють умові $K_v^t > K_v^{t+1}$ та $K_v^t = 0$ для $t > \tau_v$, починаючи з певного року $\tau_v < T$. Рік τ_v є роком закінчення будівництва, монтажу та наладки обладнання та початком функціонування виробництва;

б) передбачувана програма опанування нових потужностей θ^t , $t = \overline{1, T}$. Як правило, $\theta^t = 0$ для $t = \overline{1, \tau_v}$, $\theta^t < \theta^{t+1}$ та $\theta^t = 100\%$ починаючи з деякого τ_v' ;

в) набір матриць "витрати - випуск" A_v^t . Матриці мають множину стовпчиків I , відповідну множині видів продукції, що виробляється, та множину рядків J , відповідну видам необхідної для виробництва сировини, ресурсів, матеріалів, праці і т.ін. (Далі будь-який елемент множини J будемо називати ресурсом.)

3. Множина потенційних ринків збуту продукції K . Кожен ринок $k \in K$ характеризується: ціною продажу товару i - c_{ik}^t ; максимальним обсягом продажу - \bar{x}_{ik}^t ; змінними збутовими витратами, що припадають на одиницю товару, - z_{ik}^t ; постійними збутовими витратами - Z_{ik}^t ; терміном повернення грошей від покупця після оформлення угоди купівлі-продажу - s_{ik}^t . Якщо покупець здійснив передоплату, то величина s_{ik}^t задає термін між одержанням передоплати та відвантаженням товару покупцеві та враховується з негативним знаком.

4. Множина потенційних постачальників сировини P . Для кожного постачальника $p \in P$ та кожного виду ресурсу $j \in J$ задаються параметри, аналогічні параметрам п. 3, а саме: c_{jp}^t , \bar{x}_{jp}^t , z_{jp}^t , Z_{jp}^t , s_{jp}^t , де s_{jp}^t - відстрочка платежу за поставлений ресурс. Якщо за ресурс необхідно внести передоплату, то величина s_{jp}^t буде задавати термін острівки після передоплати та буде присутня в моделі з негативним знаком.

5. Система оподаткування.

Враховуються такі основні податки: податок на прибуток - η_p ; податок на додану вартість (ПДВ) - η_H ; податок та акциз, що береться з обігу - η_D ; податки та виплати, нараховувані на зарплату, - η_Z ; інші податки - N_{Σ} .

6. Визначимо величину запасів сировини та готової продукції на підприємстві, вимірюючи її в днях зберігання, - t_i , t_j , тобто кількість продукції, що зберігається, дорівнює кількості продукції, виробленої за t_i днів, а запас сировини дорівнює кількості сировини, що використовується за t_j днів.

Використовуючи ці дані, виконаємо розрахунки для кожного з варіантів $u \in V$.

А. Визначимо витрати на сировину та ресурси для кожного року t :

$$M_O^t = \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} ((c_{jP}^t + z_{jP}^t) x_{jP}^t + Z_{jP}^t) .$$

Виділимо з M_O^t матеріальні витрати M^t та витрати на заробітну плату Z^t : $M_O^t = M^t + Z^t$.

Б. Прибутки від продажу складуть:

$$D^t = \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} ((c_{ik}^t - z_{ik}^t) x_{ik}^t - Z_{ik}^t) .$$

В. Співвідношення між продукціями, що виробляється та споживаною сировиною буде таким:

$$\sum_{k \in K} x_{ik}^t = x_i^t - \Delta x_{i(j)}^t ;$$

$$x_j^t = \sum_{p \in P} x_{jP}^t + \Delta x_{i(j)}^t ;$$

$$x_j^t = \sum_{i \in I} a_{ji}^t x_i^t ;$$

$$0 \leq x_{ik}^t \leq \bar{x}_{ik}^t, \quad 0 \leq x_{jP}^t \leq \bar{x}_{jP}^t, \quad x_j^t, x_i^t, \Delta x_{i(j)}^t \geq 0 ,$$

де x_j^t - сумарні витрати ресурсу j ; x_i^t - сумарне виробництво

продукції i ; $\Delta x_{i(j)}^t$ - кількість продукції i , що використовується як сировина j .

Г. Собівартість виробленої продукції з урахуванням податків та амортизації дорівнюватиме

$$S^t = M_1^t + A^t + Z^t(1+\eta_Z) + N_G^t.$$

де M_1^t дорівнює величині матеріальних витрат M^t , зменшеної на величину ПДВ, що входить у M^t та сплачується при купівлі сировини та ресурсів.

Д. Величина амортизації розраховується таким чином:

$$A^t = \eta_h^t \sum_{\tau=1}^t K_U^\tau.$$

де η_h^t - усереднений коефіцієнт амортизації в році t .

Е. Чистий прибуток, що одержується підприємством, буде обчислюватись за формулою

$$H^t = \frac{D^t - S^t(1+\eta_D)(1+\eta_H)}{(1+\eta_H)(1+\eta_D)(1+\eta_P)}$$

Ж. Сума капітальних вкладень, що знаходяться в матеріальних оборотних коштах в році t , обчислюється за формулою

$$\Omega^t = \sum_{k=K} c_{i_k}^t x_{i_k}^t (t_i + s_{i_k}^t)/365 + \sum_{p=P} c_{j_p}^t x_{j_p}^t (t_j - s_{j_p}^t)/365.$$

З. Величина потоку грошових коштів для року t визначається таким чином:

$$\Pi^t = -K_U^t - (\Omega^t - \Omega^{t-1}) + H^t, \quad \Pi^0 = 0.$$

І. Величина накопиченого потоку грошових коштів за t років визначається за формулою

$$S^t = \sum_{\tau=1}^t \Pi^\tau.$$

Задача оптимізації полягає в тому, щоб вибрати проект $v \in V$,

обсяги закупівель сировини x_{jP}^t , обсяги випуску продукції x_i^t та обсяги продажу x_{jP}^t , за яких три показники ефективності досягали б екстремальних значень.

Сформулюємо ці показники:

а) мінімізувати термін окупності проекту

$$T_v^{OK} = \operatorname{agr} \min_{t \in T} \{ \sum_v^t > 0 \} \longrightarrow \min_{v, x};$$

б) максимізувати внутрішню ставку прибутку

$$R_v^{BH} = \operatorname{agr} \min_{r > 0} \left(\sum_{t \in T} \Pi^t r^t \right)^2 \longrightarrow \max_{v, x},$$

де γ - значення коефіцієнта дисконтування;

в) максимізувати чисту поточну вартість

$$\sum_{t \in T} \Pi^t R_B^t \longrightarrow \max_{v, x},$$

де R_B^t - значення облікової ставки банку, піднесене до степеня t .

При дослідженні комерційної діяльності агрофірми одержано таке загальне рівняння, на основі якого можна проводити дослідження ефективності комерційної операції за критерієм внутрішньої норми рентабельності:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^p D_{2j} e^{-\ln(K) \frac{\Delta t_{2j}}{360}} - \sum_{t=1}^r D_{1t} e^{-\ln(K) \frac{\Delta t_{1t}}{360}} - \\ & - \sum_{j=1}^p D_{2j} \alpha_n e^{-\ln(K) \frac{\Delta t_n}{360}} + \sum_{t=1}^r D_{1t} \alpha_n e^{-\ln(K) \frac{\Delta t_n}{360}} = 0, \end{aligned} \quad (27)$$

де $D_{11}, D_{12}, \dots, D_{1r}$ - платежі, що виконуться агрофірмов в моменти часу $t_{11}, t_{12}, \dots, t_{1r}$ в процесі проведення комерційної операції; $D_{21}, D_{22}, \dots, D_{2p}$ - грошові надходження в моменти часу $t_{21}, t_{22}, \dots, t_{2p}$; $1/K$ - величина коефіцієнта дисконтування з урахуванням коефіцієнта інфляції:

$$K = 1 + (Y/100\%) + (S/100\%).$$

Y - поточний рівень інфляції, виражений у відсотках за рік;

S - величина відсоткової ставки;

$$\Delta t_{11} = t_{11} - t_{11} ;$$

$$\Delta t_{21} = t_{21} - t_{11} ;$$

$$\alpha_n = \frac{n}{100\%} + \frac{d}{100\%} = \frac{n}{100\%} \cdot \frac{d}{100\%} ;$$

n - ставка ЦДВ;

d - ставка податку на прибуток;

Якщо позначити:

$$D_2 = \sum_{j=1}^p D_{2j}$$

$$D_1 = \sum_{t=1}^r D_{1t}$$

$$\Delta D_1 = D_1 - D_1^c$$

де D_1^c - сума, на яку зменшується величина D_2 при обрахуванні ЦДВ, то з (27) випливає така умова, за якої комерційна операція має смисл:

$$D_2 \geq D_1 + \Delta D_1 \frac{\alpha_n}{1 - \alpha_n} .$$

В цій ж главі досліджено вплив термінів проведення комерційної операції на її ефективність. З цієї метов виведено рівняння:

$$\ln(K) \frac{\Delta t^k}{360} = 1 + \ln(K_0) \frac{\Delta t^k}{360} - \ln(K_0) \sum_{j=1}^p \frac{\tau_j (D_{2j})}{360} \sum_{t=1}^p D_{21} - \frac{D_1}{D_2} .$$

що пов'язує найкращі величини цін та термінів проведення операції. З цього рівняння одержано такий вираз для максимальної величини знижки до ціни товару:

$$D^{\max} = \frac{1}{2} \tau_j \sum_{t=1}^p D_{21} / \left[\frac{360 \cdot \ln(K)}{\ln(K_0)} - \frac{\ln(K)}{\ln(K_0)} \Delta t^k + (\Delta t^k - \Delta t_j) \right] .$$

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

Проведені дослідження дозволяють сформулювати такі основні результати та висновки

1. Узагальнення результатів аналізу світової практики та історичний досвід розвитку сільського господарства в Україні, показують, що аграрна реформа повинна базуватись на формуванні багатуокладної економіки, в якій, враховуючи загальновизнану тенденцію укрупнення ферм у США, Японії, Канаді, у Європі, необхідно зберегти матеріально-технічну базу великого виробництва та розглянути ті форми господарювання, які мають найбільші шанси вижити в умовах перехідного періоду. Це мають бути підприємства ринкового типу.

2. Систематизоване дослідження функціонування різних організаційно-економічних структур АПК показує, що більш стійке положення в умовах становлення ринкових стосунків мають ті з них, які створили відносно замкнений цикл "виробництво → переробка → реалізація" в межах одного сільськогосподарського підприємства та завдяки цьому уникли цінового тиску переробних підприємств та торгівлі.

Одним з таких формувань є агрофірми як найбільш перспективна форма організації інтегрованого виробництва на рівні господарств первинної ланки агропромислового виробництва.

3. На основі всебічного вивчення неоднорідного характеру функціонування підсистем агрофірми, притаманної їм великої розмірності, динаміки, невизначеності та інших аспектів внутрішньої структури та форм взаємодії з зовнішнім середовищем, обґрунтовано системний підхід до дослідження агрофірми з використанням методології системного аналізу.

4. За допомогою методів системного аналізу здійснено декомпозицію вихідної системи "Господарча діяльність" на підсистеми: "Виробнича діяльність", "Інвестиційна діяльність" та "Комерційна діяльність" з подальшою їх інтеграцією в підприємницьку мережу.

5. Розроблено багатоваріантні моделі стохастичного програмування виробничої діяльності агрофірми, які дозволяють формувати оптимальний план розподілу посівних площ, мінеральних добрив, засобів захисту рослин, цаливно-мастильних матеріалів та сільськогосподарської техніки в умовах ризику та невизначеності

погодних умов.

6. Порівняльні розрахунки, виконані з використанням розроблених економіко-математичних моделей, показали, що рішення, що формуються у детермінованих моделях сільськогосподарського виробництва, не є оптимальними в умовах впливу випадкових неконтрольованих факторів та поступають за якістю рішенням, виробленим з використанням стохастичних моделей.

7. Розроблені моделі виробничої діяльності агрофірми чисельно реалізовані за допомогою автоматизованої діалогової системи прийняття рішень (АДСПР). Досвід використання АДСПР в агрофірмі "Відродження" дозволив підвищити якість прийнятих рішень за рахунок збільшення кількості оцінюваних варіантів, що оцінюються та врахування великого різноманіття факторів, що впливають на кінцевий результат.

8. На основі методики UNIDO розроблено комплекс економіко-математичних моделей інвестиційної діяльності агрофірми. За допомогою цих моделей оптимізується термін, розмір та порядок виплати кредиту за багатьма критеріями: термін окупності, внутрішня норма рентабельності та чиста поточна вартість.

9. Теоретичні результати дослідження інвестиційної діяльності втілено в практичні розробки бізнес-планів розвитку переробних потужностей по виробництву рослинного масла в агрофірмі "НІВАС-Холдинг".

10. Для вдосконалення комерційної діяльності агрофірми розроблено економіко-математичну модель оптимізації оптових та роздрібних цін.

11. В результаті системного аналізу світового та вітчизняного досвіду діяльності сільськогосподарських підприємств у період переходу на ринкові стосунки, а також теоретичних пошуків та практичних впроваджень розробок автора в Кіровоградській та Дніпропетровській областях методологічно та економічно доведено життєздатність та ефективність агрофірми в АПК України.

12. Усвідомлюючи всю складність об'єкта, що вивчається, та недостатність статистичних даних по агрофірмах, автор запропонував системний підхід до дослідження господарчої діяльності агрофірми з використанням сучасних методів моделювання та оптимізації.

13. Результати дослідження автора були використані при створенні агрофірм "НІВАС-Холдинг", "Відродження", "НІВАС", що

здійснюють виробництво, переробку та збут сільськогосподарської продукції, а також надання матеріальної підтримки об'єктам соціальної сфери.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ
ОПУБЛІКОВАНІ В ТАКИХ ПРАЦЯХ:

1. Ковальский В.С. Методы и модели организационно-экономического управления деятельностью агрофирмы. - Киев: ИАЭ УАНН. - 1996. - 160 с.

2. Ковальский В.С. Применение системного анализа при изучении деятельности агрофирмы. /Препр. НАН Украины. Институт кибернетики им. Глушкова В.М. 95-18; - Киев, 1995. - 15 с.

3. Ковальский В.С., Шумейко О.А. Механизм формирования и модели принятия управленческих решений при производстве сельскохозяйственной продукции. /Препр. НАН Украины. Институт кибернетики им. Глушкова В.М. 95-19; - Киев, 1995. - 18 с.

4. Ковальский В.С., Григорак М.Ю. Моделирование урожайности сельскохозяйственных культур. /Препр. НАН Украины. Институт кибернетики им. Глушкова В.М. 95-16; - Киев, 1995. - 20 с.

5. Ковальский В.С., Косарев А.И., Кузьменко В.Н. Моделирование коммерческой деятельности предприятия. /Препр. НАН Украины. Институт кибернетики им. Глушкова В.М. 95-17; - Киев, 1995. - 20 с.

6. Ковальский В.С. Математические модели планирования использования ресурсов агрофирмы / Экономико-математическое моделирование производственных систем и процессов.- К.: КМУГА, 1994. - С. 6-14.

7. Ковальский В.С. Концептуальные модели управления ресурсами агровибрионной фирмы // Экономико-математическое моделирование производственных систем и процессов. - К.: КМУГА, 1994. - С.24-29.

8. Ковальский В.С. Экономико-математическая модель формирования цен на сельскохозяйственную продукцию // Экономико-математическое моделирование производственных систем и процессов. - К.: КМУГА, 1994. - С. 40-41.

9. Ковальский В.С. Стохастическая модель оптимального распределения удобрений в агрофирме // Экономико-математическое моделирование производственных систем и процессов.- К.: КМУГА, 1994.-

10. Ковальский В.С. Экономико-математическая модель оптимизации структуры перерабатывающих производств в рамках агрофирмы // Экономико-математическое моделирование производственных систем и процессов. - К.: КМУГА, 1994. - С. 67-69.

11. Ковальский В.С. Формирование стратегии развития предприятия при переходе к рыночным отношениям. Научно-техническая конференция КМУГА. - К.:КМУГА, 1994. - С. 93.

12. Ковальский В.С., Косарев А.И., Голодников А.Н. Интеллектуальная информационная технология управления ресурсами агроавиационной фирмы /Новые информационные технологии и инструментально-технологические средства поддержки принятия решений. Институт кибернетики им. В.М. Глушкова; -Киев, 1992. - С.177.

13. Юн Г.Н., Ковальский В.С. Формирование базы данных для задачи оптимизации агротехнологий / Экономико-математическое моделирование социально-экономических систем. Сб. науч. тр./ АН Украины. Институт кибернетики им.В.М.Глушкова; -Киев,1994. - С. 63.

14. Ковальский В.С., Голодников А.Н. Методология исследования инвестиционной деятельности сельскохозяйственного предприятия. /Экономика АПК. Международный научно-производственный журнал № 6, 1995. - С. 24-29.

15. Ковальский В.С., Шумейко О.А. Использование экономико-математического моделирования в агробизнесе. К. Экономика АПК. № 2, 1996. С. 53-57.

Особистий внесок автора. Всі результати, які містяться в дисертації, одержані автором самостійно та опубліковані в монографії (1). В препринтах (2, 3, 4, 5), підготовлених у співстворстві, висловлювались та обґрунтовувались концептуальні підходи та практичні методи реалізації даної проблеми. В статтях, які опубліковано спільно з іншими дослідниками, дисертантові належить близько сідмдесяти відсотків тексту.

Ковальский В.С.

Модели и методы организационно-экономического управления деятельностью агрофирмы.

Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук по специальности 08.03.02 - "Экономико-математические методы и модели. Киевский международный университет гражданской авиации, Кировоградский институт сельскохозяйственного машиностроения, Киев 1996.

В диссертации исследованы проблемы управления хозяйственной деятельностью агрофирмы в условиях перехода к рыночным отношениям. Разработана концепция, методы и модели организационно-экономического управления деятельностью агрофирмы.

Предлагается методология организации и управления маркетинговой, коммерческой, инвестиционной и производственной деятельностью агрофирмы. Разработан комплекс стохастических экономико-математических моделей и методов решения задач производства сельскохозяйственной продукции, ее сбыта, распределения трудовых, материальных и финансовых ресурсов, оценки эффективности принимаемых стратегических управленческих решений.

Методология и комплекс моделей является основой разработанной автоматизированной диалоговой системы принятия решений в хозяйственной деятельности агрофирмы.

Ключевые слова: агрофирма, маркетинг, инвестиции, модели, методы, экономика, бизнес-план, АПК.

V.S. Kovalsky

Methodos and models of organization and economical management of agrarian firm activity.

Thesis for a Doctor's of Economics Degree receiving in the speciality 08.03.02 - Economical and Mathematical Methods and Models. Kiev International University of Civil Aviation, Kirovograd Institute of agricultural machine-building, Kiev 1996.

Problems of agrarian firm economical activity under conditions of market relations establishment are explored in the Dissertation. Conception, methods and models of organization and economical management of agrarian firm activity.

Methodology of organization and management of marketing commercial, investing and industrial activity of agrarian firm. Complex of stochastic economical and mathematical models and methods of industrial problems decision, agricultural production problems, this production receipt, material, financial and labour resources, virtue of strategical administrative solution estimation is scheduled.

The methodology and model complex are the basis of scheduled dialogue system of solutions for agrarian firm economical activity.

Key words: agrarian firm, marketing, investments, models, methods, economy, business-plan, agricultural and industrial complex.

Підписано до друку 08.07.96. Формат 60×84/16. Папір друкарський.
Офсетний друк. Ум. фарбо-відб. 12. Ум. друк. арк. 2,56. Обл. вид.
арк. 2,75. Тираж 100 прим. Замовлення № 141-1. Ціна договірна.
Вид. № 220/III.

Видавництво КМУЦА.
252058. Київ-53, проспект Космонавта Комарова, 1.

1130507

AB 35.313