

УДК 330.46:519.86; 631.152:004

В. О. Бабенко,
к. т. н., доцент, докторант кафедри економічної кібернетики,
Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ГАРАНТОВАНОГО РЕЗУЛЬТАТУ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК

Виконано аналіз структури та ролі інформаційного забезпечення в процесі управління інноваційними процесами на підприємствах АПК. Представлено змістовну та формальну постановки задачі оптимізації гарантованого результату управління інноваційними технологіями за наявності ризиків. Розроблено економіко-математичну модель оптимізації гарантованого результату управління (мінімаксний підхід) інноваційними технологіями в умовах наявності ризиків і інформаційної невизначеності та розглянуто критерії її оптимізації.

Are executed the analysis of structure and role of the information input during the control process with innovation processes in enterprises of the agribusiness. It is represented the meaningful and formal settings of the optimization problem of the guaranteed result of control of innovation technologies with the presence of risks. The economic and mathematical model of the optimization of the guaranteed result of control (minimax approach) of innovation technologies under the conditions of the presence of risks and information uncertainty is developed and the criteria of its optimization are examined.

Ключові слова: інформаційна система, інформаційне забезпечення, інноваційна діяльність, інновації в АПК, управління інноваційними технологіями в АПК, оптимізація управління, оптимізація гарантованого результату, мінімаксний підхід.

Key words: information system, information support, innovation activity, innovation in the agribusiness, control of innovation technologies in the agribusiness, the optimization of control, the optimization of the guaranteed result, minimax approach.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Реалізація програм реформування й розвитку агропромислового комплексу (АПК) України, що має значну долю аграрного сектора, багато в чому залежить від ефективного планування й управління діяльністю підприємств по переробці сільськогосподарської продукції.

Виконання державних актів та положень, зокрема Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року [1],

Державної цільової економічної програми впровадження в агропромислому комплексі новітніх технологій виробництва сільськогосподарської продукції на період до 2016 року [2], вимагає від підприємств АПК України підвищення конкурентоспроможності на основі випуску інноваційної продукції й удосконалення управлінської системи.

Так, відповідно до Закону про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні визначені пріоритетні напрями інноваційної

діяльності як інноваційного оновлення промислового, сільськогосподарського виробництва та сфери послуг щодо освоєння випуску нових наукомістких товарів і послуг з високою конкурентоспроможністю на внутрішньому й зовнішньому ринках. По стратегічних пріоритетних напрямках інноваційної діяльності в Україні на 2003—2013 роки Верховна Рада України задекларувала високотехнологічний розвиток сільського господарства та переробної промисловості як пріоритетного напрямку інноваційної діяльності загальнодержавного рівня [3].

Реалізація державних актів і положень (Концепція науково-технологічного й інноваційного розвитку України, Закони України "Про наукову й науково-технічну діяльність", "Про державне прогнозування й розробку програм економічного й соціального розвитку України", "Про інноваційну діяльність", "Про пріоритетні напрямки розвитку науки й техніки", "Про спеціальний режим інвестиційної й інноваційної діяльності технологічних парків" [4—8], інші закони України) потребує від підприємств АПК України рішення нових задач по вдосконаленню їх організаційної й управлінської діяльності на основі комплексної автоматизації й оптимізації управління інноваційними технологіями (ІТ).

Процес випуску інноваційної продукції в умовах зростаючої конкуренції серед підприємств по переробці сільськогосподарської продукції призводить до ускладнення процесів виробництва, аналізу, планування, управління, внутрішніх і зовнішніх зв'язків з постачальниками, посередниками й т.д. При управлінні інноваційними технологічними процесами часто доводиться стикатися з необхідністю приймати компромісні рішення, вибрати найкращий з можливих варіантів. Цим визначається необхідність розробки моделей оптимального управління ІТ і подальшої їхньої реалізації у вигляді системи інформаційного забезпечення.

Досвід закордонних підприємств показує, що етап розробки системи інформаційного забезпечення для управління підприємством є одним з найважливіших. Будь-який проект в сфері автоматизації управління повинен розглядатися підприємством як стратегічне вкладення коштів, що повинне окупитися за рахунок удосконалення управлінських процесів, підвищення ефективності виробництва, скорочення витрат, і ставитися на один рівень із придбанням, наприклад, нової виробничої

лінії або будівництвом цеху. Це питання ще більш важливе, якщо воно стосується одержання гарантованого найкращого результату при виборі управління інноваційними технологіями, що супроводжується впливом ризиків (у тому числі й інвестиційних) і невизначеностей.

Мета подібної системи, насамперед, полягає в оптимізації управління на підприємстві АПК, що базується на комплексному дослідженні відповідних динамічних процесів протягом певного періоду часу, процесів прийняття управлінських рішень на підприємстві та на формуванні відповідних їм економіко-математичних моделей, методів і алгоритмів рішення задач оптимізації управління з метою одержання гарантованого результату в умовах ризику й невизначеності.

З урахуванням вищесказаного, актуальність теми дослідження визначається тим, що в нових умовах розвитку світової та вітчизняної економіки АПК, які характеризуються динамікою інноваційних процесів на підприємствах і впливом ризиків, необхідна розробка математичних моделей, методів і алгоритмів динамічної оптимізації гарантованого результату управління ІТ для комп'ютерної реалізації у вигляді систем інформаційного забезпечення на основі сучасних інформаційних технологій.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Одним із основних факторів необхідності розробки та створення системи інформаційного забезпечення з прив'язкою її до відповідної економіко-математичної моделі гарантованого управління ІТ на підприємстві та існуючої інформаційної інфраструктури є прагнення приближення реалізації діяльності господарюючого суб'єкта до найкращих значень його економічних показників. При цьому необхідно відзначити, що чимало комп'ютерних програмних систем, що представлені на вітчизняному ринку програмного забезпечення, найчастіше не мають потрібного конкретного підприємству потенціалу та не враховують специфіки його діяльності. Функціональність таких систем найчастіше обмежена типовими завданнями та вимагає серйозної доробки, яка зазвичай ускладнена, в зв'язку з відсутністю якісної документації для вбудованих у них інструментальних засобів проектування, а також відсутністю описів, наявних структур даних. Навіть будь-яка незначна доробка подібної системи потребує звернення до вироб-

ника, великих тимчасових і фінансових витрат, а у випадку, якщо розроблювачем є закордонна фірма, те ці витрати зростають у десятки разів, що в завершальному підсумку продовжує процес впровадження таких систем у практичну діяльність підприємства на кілька років і значно збільшує витрати на впровадження та експлуатацію.

Одним із рішень даної проблеми може стати розробка та впровадження модульних комп'ютерних систем інформаційного забезпечення для рішення завдань гарантованого управління ІТ на підприємстві, що базується на економіко-математичному моделюванні та відповідній специфіці діяльності підприємства. У даний час розробка та створення програмних продуктів, що реалізують оптимізаційні алгоритми для вирішення таких задач на базі спеціальних економіко-математичних моделей та адаптованих під діяльність конкретного підприємства АПК, знаходиться в достатньо незрілій стадії. Основною причиною наявності такої ситуації є відсутність універсальних економіко-математичних моделей та методів вирішення сформованих у них завдань гарантованого управління ІТ, які можна покласти в основу розробки та створення подібних систем.

Питанням економіко-математичного моделювання й оптимального управління в економіці присвячені дослідження багатьох учених. Багатоаспектні дослідження з питань економіко-математичного моделювання в аграрній економіці проводилися М.Є. Браславцем, В.А. Кадієвським, В.С. Ковальським, Р.Г. Кравченком, М.В. Кузубовим, Б.К. Скірною, А.Я. Сохничем, М.С. Сявавком, В.О. Точиліним, О.В. Ульяновським, С.В. Цюпком, В.В. Чепурком та іншими провідними вітчизняними вченими. Проте залишається невирішеною проблема розробки математичних методів і моделей на підтримку інноваційного оновлення вітчизняного аграрного виробництва, що являє собою складну, відкриту, здатну до самоорганізації та саморозвитку економічну систему з динамічно змінюваними недетермінованими та суперечливими характеристиками.

З огляду на це, економіко-математичне моделювання системного інноваційного оновлення аграрного виробництва постає важливою науковою проблемою, що й зумовлює актуальність обраної теми дослідження.

Питанням економіко-математичного моделювання й оптимального управління в економіці присвячені дослідження таких учених, як Н.П. Бусленко, В.Н. Глушкова, О.Г. Гранбер-

га, І.І. Єрьоміна, А.В. Канторовича, А.В. Лотова, В.Д. Мазурова, В.Л. Макарова, А.А. Первозванського, О.І. Пропоє, І.В. Сергієнко, О.М. Тер-Крикорова, Н.П. Федоренко, В.В. Федосєєва, Є.В. Шикіна, О.Н. Ширяєва, А.Г. Чхартишвілі й інших учених. Із праць закордонних учених можна виділити роботи Беллмана Р., Гейла Д., Интрілігатора М., Калаби Р., Кастеллані К., Клейнрока Л., Карліна С., Монгерштерна О., Тахи Х., Томаса Р., Феллера В. і ряд інших авторів.

Роботи Е.Г. Альбрехта, А.М. Дуброва, О.А. Ємельянова, Б.О. Лагоши, А.В. Лютчикова, В.Є. Ляліна, А.А. Малишевої, О.І. Ніконова, В.П. Попкова, Є.В. Попова, Р.В. Соколова, А.А. Татаркіна, Є.Ю. Хрустальова, В.І. Ширяєва, А.Ф. Шорікова та ін. присвячені методам моделювання динамічних бізнес-процесів.

Однак, незважаючи на різноманіття робіт, присвячених питанням управління на підприємстві, наявність різних економіко-математичних моделей і методів для знаходження оптимальних рішень, наявних методологій моделювання бізнес-процесів, проблема економіко-математичного моделювання оптимізації гарантованого результату (мінімаксної оптимізації) управління ІТ з урахуванням фактора ризику на підприємствах АПК дотепер не вирішена і є актуальною темою дослідження.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Мета статті — аналіз структури та ролі інформаційного забезпечення в процесі управління інноваційними процесами на підприємствах АПК; змістовна та формальна постановка задачі оптимізації гарантованого результату управління ІТ при наявності ризиків; розробка економіко-математичної моделі оптимізації гарантованого результату управління (мінімаксний підхід) інноваційними процесами в умовах наявності ризиків і інформаційної невизначеності; розгляд критерію оптимізації досліджуваної задачі, що може бути використаний як оцінний інструментарій для аналізу беззбитковості реалізації конкретних наборів припустимих інноваційних технологічних процесів на підприємстві по переробці сільськогосподарської продукції.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Рішення задачі інформаційного забезпечення є найважливішим компонентом системи управління будь-яким підприємством. Розробка та створення відповідних для них інструмен-

тальних комп'ютерних систем дозволяє збільшити ефективність прийняття управлінських рішень на підприємстві та значно поліпшити основні показники його фінансово-господарської діяльності.

Під управлінням підприємством розуміється організація діяльності підприємства з урахуванням змін у навколишньому економічному середовищі. Завдання управління полягає у відстеженні внутрішніх і зовнішніх процесів і адекватному реагуванні на них, у результаті чого зміни економічних умов можуть сприяти розвитку підприємства, а не наносити йому збиток [9].

Для ефективного функціонування в умовах ринку усе більше й більше з'являється необхідність в управлінні виробничо-господарською діяльністю підприємств АПК, тому що будь-якому підприємству необхідне управління як динамічний процес, що дозволяє передбачати й урахувати зміни, що відбуваються у зовнішньому середовищі й, пристосовуючись, адаптувати внутрішні фактори виробництва для свого розвитку та подальшого росту.

У сучасних умовах вітчизняної економіки підприємство повинне за допомогою управління пристосовувати свої ресурсні можливості до зовнішніх і внутрішніх умов, з огляду на впровадження інноваційних технологій при випуску нової продукції, а також з урахуванням невизначеності майбутнього, пов'язаного з нестабільністю й ускладненням соціально-економічного життя країни.

Проблема управління полягає у визначенні різних альтернатив дій і виборі оптимальної альтернативи, тобто такої, котра дозволяє одержати найкращий результат у досягненні поставленої мети. В якості альтернативи можуть виступати нові цільові області (ринки збуту), види продукції, що випускається, інноваційні технології, інвестиції в різні сфери діяльності й т.д. Як правило, вони не можуть бути реалізовані одночасно й цілеспрямований вибір серед подібних альтернатив являє собою прийняття управлінського рішення.

Реалізація будь-якої можливої альтернативи веде до одного або декількох результатів. Очікуваними результатами можуть бути виручка від реалізації товарів, витрати виробництва, частка задоволення попиту, прибуток, витрати на просування товару, доля ринку й ін.

Разом з тим, багато підприємств це питання вирішують за допомогою так званого мето-

ду "проб і помилок", що дорого обходиться як підприємству, так і суспільству. Тому перед наукою та практикою стоїть найважливіше завдання розробки необхідного методичного й інформаційного забезпечення в сфері управління. Необхідно відзначити, що ефективна реалізація процесів управління на підприємстві ґрунтується на використанні інноваційних технологій, що відповідають сучасному стану науково-технічних засобів.

Технологія — сукупність методів і інструментів для досягнення бажаного результату; спосіб перетворення ресурсів у необхідний продукт. Метою технології є виробництво продукту, наприклад, матеріальна технологія створює матеріальний продукт. Технологією прийнято називати опис виробничих процесів, інструкції з їхнього виконання, технологічні правила, вимоги, карти, графіки й ін. [10].

Основною задачею будь-якої технології як предметної діяльності є виявлення фізичних, хімічних, механічних і ін. закономірностей з метою визначення та використання на практиці найбільш ефективних і економічних виробничих процесів, що вимагають найменших витрат часу й матеріальних ресурсів. Так, предметом дослідження й розробки в технології сільськогосподарського виробництва є основи проектування технологічних процесів (види обробки, вибір сировини, якість переробки й ін.), способи механічної обробки сировини, методи виготовлення різних видів продукції, процеси зберігання продукції, біологізації технологій виробництва продукції рослинництва та способів управління продуктивним процесом рослин, впровадження "замкнутої" (безвідхідної) технології на молочних, свинарських і птахівницьких фермах, що надасть можливість звести до мінімуму або повністю ліквідувати відходи виробництва й здійснити заходи щодо підвищення екологічної чистоти продукції й оздоровленню навколишнього середовища.

З поняттям "інноваційна технологія" безпосередньо пов'язане поняття "інновація". В економічній літературі термін "інновація" інтерпретується як перетворення потенційного науково-технічного прогресу в реальний, котрий втілюється в нових продуктах і технологіях [11]. Інноваційний продукт характеризується вищим технологічним рівнем, новими споживчими якостями товару або послуги порівняно з попереднім продуктом.

З урахуванням ДЕРЖСТАНДАРТ 31279-2004 інновація (англ. innovation — нововведен-

ня) є кінцевим результатом діяльності з реалізації нового або вдосконалення реалізованого на ринку продукту, технологічного процесу й організаційно-технічних заходів, використовуваних у практичній діяльності [12].

До інновацій в АПК відносяться:

- 1) впровадження нових технологічних процесів виробництва сільгосппродукції;
- 2) впровадження нових способів управління виробництвом;
- 3) впровадження в практику виробництва нових сільськогосподарських культур;
- 4) впровадження нових технологій переробки сільськогосподарської продукції й ін.

Інноваційна технологія — технологія, спрямована на використання та комерціалізацію результатів наукових досліджень і розробок, випуск на ринок нових конкурентоспроможних товарів і послуг.

Відзначимо відмінність моделі управління інноваційними технологіями від моделі управління виробництвом в АПК:

- 1) у моделі управління ІТ обов'язково враховуються параметри, що описують фактори ризику інноваційної діяльності (вектор ризиків, перешкод або невизначеності);
- 2) критерій якості управління ІТ є складним (векторним), а не просто показником прибутку в моделі управління виробництвом;
- 3) структура параметра (вектора) управління в моделі управління ІТ — може додатково мати "сценарний неформальний вид" (як у бізнес-плануванні), на відміну від формалізованого управління в моделі управління виробництвом і ін.

В економіці багато явищ мають дискретний характер, тому що на практиці найчастіше інформація про стан системи та процесів, що реалізуються в ній, а також управління здійснюються в дискретні моменти часу, тобто по кроках. Тому дискретні економіко-математичні моделі та методи управління здобувають все більше значення в теорії та практиці оптимізації управління різними економічними системами й процесами, де рівняння динаміки економічної системи часто із самого початку формалізуються в дискретному багатокроковому вигляді. Часом у таких моделях вважається приймаючий кінцевий ряд дискретних числових значень із заданими початковими моментом t_0 , проміжком між двома будь-якими сусідніми моментами часу — рівним τ і кінцевим моментом часу T . Причому, звичайно, для зручності думають: $t_0=0$, $\tau=1$ і тоді час приймає тільки цілочисельні значення.

Як критерій якості або цільової функції в

задачах оптимізації управління для відповідної системи зазвичай розглядають так званий термінальний функціонал, що дозволяє оцінювати стан розглянутої системи у фінальний момент часу.

Слід зазначити, що для дослідження завдань оптимізації управління в таких багатокрокових системах серед різних підходів можна виділити наступні основні підходи.

Перший підхід заснований на принципі оптимальності Р. Беллмана та приводить до необхідності вирішувати функціональні рівняння спеціального виду. Достойнства та можливості динамічного програмування, розвиненого на основі цього підходу, добре відомі і досить повно представлені у літературі [13; 14].

Другий — варіаційний підхід, що заснований на розповсюдженні ідей і методів математичного програмування на багатокрокові задачі та змикається з апаратом принципу максимуму Л.С. Понтрягіна, розвиненого для вирішення задач оптимального управління в диференціальних системах (з безперервним часом). Цей підхід зазвичай називають "дискретний принцип максимуму" [15].

Відомо, що математичне програмування пов'язане із завданнями ефективного використання й розподілу обмежених ресурсів, які зводяться до знаходження умовного екстремуму функцій багатьох змінних при обмеженнях у вигляді рівностей і нерівностей. У математичному програмуванні створені ефективні обчислювальні методи, що дозволяють вирішувати екстремальні задачі з більшим числом наявних змінних і обмежень на них. Особливо це відноситься до задач лінійного програмування, методи якого знайшли широке застосування для економіко-математичного моделювання та чинять сильний вплив на інші розділи математичної теорії процесів управління — теорію ігор (лінійні й опуклі моделі), динамічні керовані системи й ін.

Як для самої теорії математичного програмування, так і для основного кола її додатків характерний одноразовий, однокроковий вибір оптимального рішення (наприклад, розподіл програми випуску нової продукції між декількома виробничими ділянками, вибір оптимального варіанта технології, визначення найкращого плану перевезень, розрахунок різного роду мереж, планування розміщення промислових підприємств і т.п.). Відзначимо, що такі моделі й задачі є статистичними задачами умовної оптимізації.

Однак як тільки виникає питання про розвиток системи (і не тільки в часі, але й у просторі), про управління динамічною системою, то її однокроковий опис (моделювання) стає малоприматним для рішення більшості реальних практичних завдань економіки. У таких завданнях рішення має бути прийняте на певне число кроків уперед за часом і задачею оптимізації стає багатокроковою, тобто динамічною. Відзначимо, що до задач такого роду належать, наприклад, задачі перспективного й оперативного планування на підприємствах по переробці сільськогосподарської продукції, а також управління інноваційними технологічними процесами на підприємствах АПК [16].

Відомо, що зі зміною характеру завдання міняється і її проблематика. Так, якщо для однокрокової задачі основне значення має знаходження оптимального рішення, то для багатокрокової задачі поряд з визначенням самої програми оптимального розвитку системи не менше значення має і її практична реалізація, тобто, власне, реалізація процесу управління. Таким чином, теорія аналізу та рішення багатокрокових задач оптимізації повинна базуватися як на теорії математичного програмування, так і на теорії оптимального управління.

Звичайно, будь-яка багатокрокова задача може розглядатися і як статистична, а для її рішення можливе залучення, наприклад, методів математичного програмування. Однак безпосереднє застосування цих методів для рішення багатокрокових задач зазвичай не приводить до цілі: розроблені при цьому задачі лінійного або нелінійного програмування часто мають настільки велику розмірність, що їх неможливо вирішити навіть за допомогою сучасної обчислювальної техніки. Тому тут потрібна розробка спеціальних методів, що враховують динамічний характер цих задач і їхню специфіку, наприклад, економічний зміст, а також можливості ефективної комп'ютерної реалізації як процесів моделювання, так і реального управління.

Процес оптимального функціонування економічних систем багатогранний, він містить у собі організацію самого процесу оптимального управління й планування, контроль і оперативне керівництво ходом виконання планів, економічні важелі оптимального розвитку господарської діяльності, методи здійснення вертикальних і горизонтальних зв'язків у системі й т.п. Однак відправним пунктом оптимально-

го функціонування економічної системи є, безумовно, процес розробки й реалізації оптимізаційних економіко-математичних моделей. Основні властивості цього процесу можуть бути виявлені на основі загальних принципів оптимальності з урахуванням ієрархічної структури економіки, понять глобального й локального критеріїв оптимальності та системи оптимальних цін.

Приведемо основні параметри, які необхідно враховувати в моделі оптимального управління ІТ на підприємствах АПК:

- динаміку досліджуваної системи;
- вектор, що описує стан розглянутої динамічної системи;
- вектор, що описує керуючий вплив (управління) на систему з відповідним обмеженням на ресурс управління;
- вектор, що описує ризики (невизначеність) при оптимізації процесів управління ІТ з відповідним обмеженням на його реалізацію;
- векторний критерій якості для оптимізації процесів управління ІТ;
- інформаційні можливості суб'єкта управління ІТ і ін.

Процес прийняття рішень за наявності ризиків, що відповідає невизначеності економічних умов і середовища, як правило, приводить до необхідності вирішувати задачу про найкращий вибір в умовах неповної інформації про розглянуту систему.

Типовою ситуацією, пов'язаною з прийняттям рішення в динамічних системах, є необхідність організувати процедуру управління в умовах невизначеності. Дану процедуру, спрямовану на досягнення тієї або іншої мети управління, часто буває необхідно супроводжувати процесом оптимізації, що дозволяє виділити гарантований, найкращий або прийнятний у деякому смислі результат.

Основні джерела наявності невизначеності в системі управління ІТ:

- присутність ряду неконтрольованих і неврахованих параметрів процесу, значення яких згодом непрогнозовано змінюються (стан масо- і теплообмінних пристроїв, втрати тепла в навколишнє середовище, утримання парової фази та неконтрольованих домішок у харчуванні й ін.);
- зовнішні перешкоди;
- невідповідність впливу, який задається, вибраного в даний момент або раніше, поведінці об'єкта в майбутньому.

Ця невизначеність робить необхідним накопичення інформації про об'єкт безпосередньо в процесі управління.

Крім цього, існує невизначеність, пов'язана з різного роду ризиками, характерними для специфіки сільськогосподарського виробництва [17]. Також не можна недооцінювати помилки та погрішності на етапах моделювання й ідентифікації процесу. Всі ці види невизначеностей і перешкод безпосередньо впливають на протікання досліджуваного процесу, а тому повинні бути враховані при розробці відповідної моделі.

Перейдемо до змістовної постановки задачі оптимізації гарантованого результату управління ІТ на підприємствах АПК.

Підприємство по переробці сільськогосподарської продукції здійснює перехід на випуск продукції на основі інноваційних технологій. Технологічний процес містить у собі n -складових (різні види виробничих факторів, сировини, проміжних і кінцевих продуктів) і може складатися з p -технологічних способів організації виробництва. Необхідно визначити та реалізувати такі значення керуючих впливів u_i (стратегію управління) за наявності ризиків (тобто при довільному сполученні величин збурень v_j (впливу всіх можливих перешкод)), при яких цільова функція буде екстремальна та будуть виконуватися всі обмеження, накладені на змінні. Таким чином, необхідно здійснити оптимальне управління на заданому тимчасовому проміжку T вибором пропонувананих (можливих) інноваційних технологій так, щоб загальний обсяг прибутку від випуску продукції на підприємстві був максимальним.

Перейдемо до розгляду загальної системи управління ІТ на підприємствах по переробці сільськогосподарської продукції, що моделюється векторним дискретним (рекурентним) багатокроковим рівнянням виду:

$$x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t) + C(t)v(t), \quad x(0) = x_0 \quad (1),$$

де $t \in \overline{0, T-1} = \{0, 1, 2, \dots, T-1\}$ — період часу (наприклад, місяць, квартал, рік), у який здійснюється вибір управління, $T > 0$ та який є цілим;

$x(t) \in \mathbf{R}^n$ — фазовий вектор, що характеризує стан системи (наявності обсягів продукції підприємства) у період часу t ; $n \in \mathbf{N}$ (де \mathbf{N} — множина всіх натуральних чисел);

$u(t) \in \mathbf{R}^p$ — вектор інтенсивності інноваційного управління; $p \in \mathbf{N}$;

$v(t) \in \mathbf{R}^q$ — вектор ризиків (невизначеності або погрішності моделювання процесу), що маються в процесі управління; $q \in \mathbf{N}$;

$A(t), B(t), C(t)$ — матриці розмірностей $(n \times n)$, $(n \times p)$ и $(n \times q)$, відповідно;

$A(t) = \|a_{ii}(t)\|_{i \in \overline{1, n}}$ є діагональною матрицею, що характеризує "старіння" продукції за цей період часу;

$B(t)$ — "технологічна матриця" виробництва.

Кожний j -й спосіб управління ($j \in \overline{1, p} = \{1, 2, \dots, p\}$) в період часу $t \in \overline{0, T-1}$ ($T > 0$) характеризується вектором $\{b_{1j}(t), b_{2j}(t), \dots, b_{nj}(t)\}$;

якщо $b_{ij}(t) < 0$, то величина $b_{ij}(t)$ визначає витрати i -го інгредієнта $i \in \overline{1, n}$ при j -му способі виробництва в період часу t ;

якщо $b_{ij}(t) > 0$, то величина $b_{ij}(t)$ визначає випуск i -го інгредієнта $i \in \overline{1, n}$ при j -ому способі виробництва в період часу t .

$C(t) = \|c_{il}(t)\|_{i \in \overline{1, n}, l \in \overline{1, q}}$ — булева матриця, що визначає присутність або відсутність впливу вектора ризиків на значення фазового вектора $x(t)$ у період часу t , тобто на процес формування фазового вектора $x(t+1)$, де $c_{il}(t) \in \mathbf{R}^1$, $c_{il}(t) \in \{0, 1\}$ ($i \in \overline{1, n}$, $l \in \overline{1, q}$).

$\forall t \in \overline{0, T-1}$ — повинні виконуватися наступні обмеження на реалізації векторів управління та ризиків:

$$u(t) \in U_1, \quad v(t) \in V_1 \quad (2),$$

де U_1 — кінцева множина в \mathbf{R}^p , тобто кінцевий набір векторів в \mathbf{R}^p , а V_1 — опуклий, замкнутий і обмежений багатогранник в \mathbf{R}^q .

Відмітимо, що включення (2) обмежують зміни векторів збурень, які управляють, і ризиків у системі (1) на проміжку управління $\overline{0, T}$, що розглядається.

Нехай $U(\overline{0, T}) = \{u(\cdot) : u(\cdot) = \{u(t)\}_{t \in \overline{0, T-1}}, \forall t \in \overline{0, T-1}, u(t) \in U_1\}$ — множина всіх допустимих програмних інноваційних управлінь на цілочисельному проміжку часу $\overline{0, T}$, а $V(\overline{0, T}) = \{v(\cdot) : v(\cdot) = \{v(t)\}_{t \in \overline{0, T-1}}, \forall t \in \overline{0, T-1}, v(t) \in V_1\}$ — множина всіх допустимих реалізацій вектора ризиків на проміжку часу $\overline{0, T}$. Тоді для фіксованих і припустимих реалізацій програмного інноваційного управління і вектора ризиків $v(\cdot) \in V(\overline{0, T})$ на проміжку часу $\overline{0, T}$, нехай $x_{0, T}(\overline{T}; x_0, u(\cdot), v(\cdot))$ — фінальний стан (стан у момент часу T) траєкторії процесу, породженою системою (1), що відповідає парі $(u(\cdot), v(\cdot))$. Нехай:

$$G_{\overline{0,T}}^+(T; x_0, u(\cdot), V(0, T)) = \{x(T) : x(T) \in R^n, \\ x(T) = x_{\overline{0,T}}^-(T; x_0, u(\cdot), v(\cdot)), v(\cdot) \in V(0, T)\} \quad (3)$$

— область досяжності [18], тобто множина всіх припустимих фінальних фазових станів системи (1), що відповідає фіксованому допустимому програмному інноваційному управлінню $u(\cdot)$ ($u(\cdot) \in U(\overline{0, T})$) і коли варіюються всі допустимі вектори ризиків $v(\cdot) \in V(\overline{0, T})$.

Якість процесу управління системою (1) на цілочисельному проміжку часу $\overline{0, T}$ оцінюється функціоналом $\Phi(u(\cdot))$, значення якого для фіксованого програмного управління (інноваційного управління) $u^{(e)}(\cdot) \in U(\overline{0, T})$ обчислюються за формулою:

$$\Phi(u(\cdot)) = \max_{v(\cdot) \in V(0, T)} \gamma(x_{\overline{0,T}}^-(T; x_0, u(\cdot), v(\cdot))) = \\ = \max_{x(T) \in G_{\overline{0,T}}^+(T; x_0, u(\cdot), V(0, T))} \gamma(x(T)) \quad (4),$$

де $\gamma : R^n \rightarrow R^1$ — функціонал, визначений на фінальних фазових векторах системи (1), (2), що оцінює якість ІТ, на підприємстві АПК, який моделюється системою (1), (2).

Тоді задачу програмного мінімаксного управління ІТ за наявності ризиків (оптимізації гарантованого результату управління) на підприємствах АПК формулюється наступним чином.

Потрібно знайти оптимальне програмне управління $u^{(e)}(\cdot) \in U(\overline{0, T})$, що задовольняє умову мінімакса:

$$\Phi^{(e)} = \Phi(u^{(e)}(\cdot)) = \max_{v(\cdot) \in V(0, T)} \gamma(x_{\overline{0,T}}^-(T; x_0, u^{(e)}(\cdot), v(\cdot))) = \\ = \min_{u(\cdot) \in U(0, T)} \max_{v(\cdot) \in V(0, T)} \gamma(x_{\overline{0,T}}^-(T; x_0, u(\cdot), v(\cdot))) = \\ = \max_{x(T) \in G_{\overline{0,T}}^+(T; x_0, u^{(e)}(\cdot), V(0, T))} \gamma(x(T)) = \\ = \min_{u(\cdot) \in U(0, T)} \max_{x(T) \in G_{\overline{0,T}}^+(T; x_0, u(\cdot), V(0, T))} \gamma(x(T)) \quad (5),$$

де $\Phi^{(e)} = \Phi(u^{(e)}(\cdot))$ — є оптимальний гарантований (мінімаксний) результат оптимізації інноваційного процесу.

Можна розглянути наступні конкретні види функціонала γ в умовах (4), (5):

1) $\gamma(x(T)) = \langle c, x(T) \rangle_n$ — скалярний добуток вектора $x(t) \in R^n$, що відповідає фіксованому вектору $c \in R^n$, тобто використовується лінійний функціонал;

2) $\gamma(x(T))$ — опукла функція $\forall x \in R^n$, тобто використовувати опуклий функціонал.

В якості критерію ефективності оптимізації

комплексного управління інноваційними процесами на підприємствах по переробці сільськогосподарської продукції може виступати загальний обсяг його прибутку.

Відзначимо, що, враховуючи обмеженість множини припустимих програмних управлінь $U(\overline{0, T})$ і (2), неважко показати, що у випадку наявності опуклого функціонала якості γ , рішення даної задачі зводиться до рішення кінцевого числа оптимізаційних задач із опуклим функціоналом якості процесу [19].

ВИСНОВКИ

Запропонований підхід відкриває нові можливості підвищення продуктивності та гнучкості технологічного обладнання, поліпшення якості інноваційної продукції й удосконалювання виробничих бізнес-процесів, що дозволяє використовувати всі переваги виробничих потужностей, особливо в умовах випуску продукції на основі інноваційної технології.

Динамічна модель мінімаксної оптимізації гарантованого результату управління ІТ на підприємстві дозволяє вирішити задачу формування оптимальної виробничої програми на основі інноваційної технології та цінової політики конкретного підприємства АПК, тому що воно зацікавлене в збільшенні випуску тієї продукції, попит на яку підвищений і в оперативному вдосконалюванні технологічного процесу виробництва цієї продукції за наявності ризиків.

На основі запропонованої динамічної мінімаксної економіко-математичної моделі оптимізації управління ІТ на підприємствах АПК можна розробляти різні чисельні методи рішення відповідної мінімаксної задачі (1) — (5) і створювати комп'ютерну інформаційну систему підтримки прийняття гарантованих оптимальних управлінських рішень при наявності ризиків.

Перш ніж починати експлуатацію такої інструментальної системи, необхідно також підготувати вхідні дані та сформувані обмеження для динамічної моделі мінімаксної оптимізації управління ІТ на підприємствах АПК, які, поряд з даними оперативного характеру, створять інформаційний базис для функціонування такої інформаційної системи.

Моделювання процесів оптимізації управління на агропромислових підприємствах, їхній аналіз і наступне вдосконалювання з метою оптимізації ІТ з урахуванням впливу ризиків — основний резерв для підвищення

конкурентоспроможності й ефективності його роботи. Необхідно також мати інструментальні засоби, що дозволяють збирати й обробляти найбільш повну та достовірну інформацію про діяльність всіх підрозділів підприємства АПК у рамках запропонованої єдиної методології.

Література:

1. Постанова "Про затвердження Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року" від 19 вересня 2007 р. № 1158 [Електронний ресурс] / Офіційний веб-сайт Верховної Ради України. — Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1158-2007-%EF>.

2. Концепція Державної цільової економічної програми впровадження в агропромисловому комплексі новітніх технологій виробництва сільськогосподарської продукції на період до 2016 року розпорядженням Кабінету Міністрів України від 23 грудня 2009 р. № 1650-р [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1650-2009-%F0>.

3. Закон України "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні" від 16.01.2003 № 433-IV // Верховна Рада України. — Офіц. вид. — 2003. — № 13. — Ст. 93.

4. Концепція науково-технічного розвитку галузей агропромислового виробництва України на період до 2015 року (наказ Міністерства аграрної політики України від 10 квітня 2008 р. № 240.) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1.

5. Закон України "Про наукову і науково-технічну діяльність" від 13 грудня 1991 року № 1977-ХІІ // Верховна Рада України. — Офіц. вид. — 1992. — № 12. — Ст. 165.

6. Закон України "Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України" від 23.03.2000 № 1602-ІІІ // Верховна Рада України. — Офіц. вид. — 2000. — № 25. — Ст. 195.

7. Закон України "Про інноваційну діяльність" від 04.07.2002 № 40-ІV // Верховна Рада України. — Офіц. вид. — 2002. — № 36. — Ст. 266.

8. Закон України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки" від 11.07.2001 № 2623-ІІІ // Верховна Рада України. — Офіц. вид. — 2001. — № 48. — Ст. 253.

9. Липунцов Ю.П. Управление процессами. Методы управления предприятием с использованием информационных технологий

/ Ю.П. Липунцов. — М.: АйТи, ДМК, 2003. — 224 с.

10. Большая советская энциклопедия [в 30 т.] / [под ред. Прохорова А. М.]. — 3е изд. — М.: Сов. энциклопедия, 1969-78. — Т. 19, 1975. — 648 с.

11. Терминология и глоссарий WfMC. Спецификация коалиции по управлению workflow (Workflow management coalition) — М.: Весть-МетаТехнология, 2000. — 112 с.

12. Толковый словарь "Инновационная деятельность". Термины инновационного менеджмента и смежных областей (от А до Я) / [отв. ред. В.И. Суслов]. — 2-е изд. — Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2008. — 224 с.

13. Беллман Р. Динамическое программирование и современная теория управления / Р. Беллман, Р. Калаба [перевод с англ. Е.Я. Ройтенберга]. Под ред. Б.С. Разумихина. — М.: Наука, 1969. — 118 с.

14. Беллман Р. Динамическое программирование / Беллман Р., перевод с английского И.М. Андреевой, А.А. Корбута, И.В. Романовского, И.Н. Соколовой. Под редакцией Н.Н. Воробьева. — М.: Издательство иностранной литературы, 1960. — 400 с.

15. Математическая теория оптимальных процессов / [Понтрягин А.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф.]. — М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1969. — 384 с.

16. Бабенко В.О. Методика використання інформаційних технологій при стратегічному управлінні сільськогосподарських підприємств / Бабенко В.О. // Збірник наукових праць "Вісник ХНАУ". — 2009. — № 11 (1). — С. 60—68.

17. Бабенко В.О. Урахування впливу ризиків агропромислового виробництва / Бабенко В.О. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції ["Проблеми сталого розвитку агросфери", присвяченої 195-річчю від дня заснування ХНАУ ім. В.В.Докучаєва], (Харків, 4-6 жовт. 2011 р.). М-во аграр. політики, Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. — Х.: Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2011. — С. 47—50.

18. Шориков А.Ф. Минимаксное оценивание и управление в дискретных динамических системах / Шориков А.Ф. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1997. — 242 с.

19. Тер-Крикоров А.М. Оптимальное управление и математическая экономика / Тер-Крикоров А.М. — М.: Наука, 1977. — 216 с.

Стаття надійшла до редакції 06.06.2012 р.