

БАБЕНКО Виталина Алексеевна

Кандидат технических наук, доцент кафедры экономической кибернетики

Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева

62483, Украина, Харьковская область, Харьковский район, п/в «Комуніст-1»

Контактный телефон: +38-067-570-35-73

e-mail: vitalina_babenko@meta.ua



Формирование детализированной экономико-математической модели динамики управления инновационными процессами предприятий АПК при наличии рисков

Ключевые слова: перерабатывающее предприятие АПК; инновационный процесс; экономико-математическая модель; риски; динамическая модель оптимизации; процесс управления.

Исследованы подходы экономико-математического моделирования и динамической оптимизации управления инновационными процессами при влиянии фактора неопределенности, разработана детализированная экономико-математическая модель управления инновационными процессами перерабатывающего предприятия АПК в условиях рисков.

Будущее Украины, имеющей значительную долю аграрного сектора экономики, одной из ресурсообеспеченных стран в мире, во многом зависит от эффективного управления сельским хозяйством. С каждым годом нарастает глобальный продовольственный кризис, распространяется экономический и финансовый кризис в Украине и за рубежом, мировые природные ресурсы истощаются, наблюдается общее ухудшение экологической ситуации, о чем свидетельствует динамика изменения климата и ухудшение здоровья и жизни населения Земли. Эти и другие причины свидетельствуют о необходимости внедрения новых подходов к ведению сельского хозяйства на основе научной концепции и использования инновационных технологий. Именно от инновационных знаний и их реализации на практике зависит качество жизни людей как в Украине, так и на всей планете. Украина находится на стадии комплексного государственного реформирования всех сфер народного хозяйства и законодательной сферы, что отражается и на отношении к инновационным процессам (ИП).

Лидирующие промышленно развитые страны разрабатывают и реализуют инновационные программы в приоритетных научных и технологических направлениях (биотехнология, микроэлектроника, компьютерные технологии, геновая инженерия, сельское хозяйство и т. п.), которые способны обеспечить высокие темпы прибыли. В современном мировом пространстве уровень инновационной деятельности становится решающим в определении экономического уровня государства.

Специалист в области инноваций Б. Санто приводит следующие данные: 25% прироста производства в развитых странах обусловлено прямыми материальными инвестициями капитала, около 35% – повышением квалификации рабочей силы, и 40% экономического роста этих стран является результатом внедрения научных идей, изобретений, использования технологических инноваций [1].

В Европе действует Стратегия инновационного развития до 2020 г. и создается Инновационный союз. Российской Федерацией также представлена подобная стратегия по созданию Евразийской инновационной системы [2]. Аналогичные шаги делают

Беларусь, Казахстан, другие государства СНГ. На сегодняшний день Украина занимает 67-е место в Глобальном инновационном рейтинге среди 125 стран мира. На более высоких позициях в этом рейтинге расположены абсолютно все страны ЕС, а также Россия, Казахстан и другие важные торговые партнеры Украины. Причем рейтинг – это не просто вопрос престижа. Более низкое инновационное качество отечественной экономики сравнительно с другими – это прямые потери для бюджета государства и украинских компаний. Например, Украина тратит на приобретение прав на объекты интеллектуальной собственности в 7–8 раз больше, чем зарабатывает от продажи собственных лицензий за границу. За все годы независимости доля инвестиций в высокие и средние технологии в объемах прямых иностранных инвестиций ежегодно не превышала 2–4%, во внутренних инвестициях – 3–8% [3]. Необходимо изменение структуры производства, формирование тенденции непрерывного увеличения объема и удельного веса наукоемкой продукции.

Кризисная ситуация и конкуренция на международном и внутреннем рынках сельхозпроизводства обостряется, что и определяет необходимость повышения внимания руководителей агрохолдингов, сельскохозяйственных предприятий к инновационной деятельности, поскольку только ее результаты дают возможность создать продукцию, способную удовлетворить возрастающие конкурентные требования рынка и обеспечила высокий уровень прибылей сельхозпроизводителям. Более того, необходимость повышения эффективности использования финансовых ресурсов и стремление получать высокие прибыли побуждают ведущих производителей сельскохозяйственной продукции развивать инновационную деятельность, которая нуждается в ускорении и эффективном управлении инновационными процессами в агропромышленном комплексе (АПК).

Эффективное решение связанных с этими процессами задач невозможно без соответствующего математического аппарата, включающего экономико-математические модели, методы и алгоритмы решения задач оптимизации адаптивного управления в условиях риска и неопределенности с использованием современных информационных технологий.

Методы оптимизации в сочетании с применением современных информационных технологий, получившие развитие в последние годы, позволили по-новому подойти к решению задачи оптимального управления ИП на предприятиях по переработке сельскохозяйственной продукции. Такой подход открывает новые возможности повышения производительности и гибкости технологического оборудования, улучшения качества инновационной продукции и совершенствования организации труда, что позволяет использовать все преимущества производственных мощностей, особенно в условиях выпуска новой продукции.

Исследование и решение задачи управления инновационными процессами перерабатывающих предприятий (УИПП) АПК требует разработки динамической экономико-математической модели, учитывающей наличие управляющих воздействий, неконтролируемых параметров (рисков, погрешностей моделирования и др.) и дефицита информации. Существующие подходы к решению подобных задач базируются главным образом на статических моделях и используют аппарат стохастического моделирования, для применения которого требуется знание вероятностных характеристик основных параметров модели и специальных условий реализации рассматриваемого процесса [4–8]. Отметим, что для использования аппарата стохастического моделирования необходимы условия, которые на практике обычно выполнить непросто. В связи с этим предлагается использовать детерминированный подход для моделирования и решения исходной задачи в форме динамической задачи программного минимаксного управления (оптимизации гарантированного результата) УИПП АПК на заданный момент времени с учетом наличия рисков.

Так, для предприятий АПК необходимо учитывать специфику сельскохозяйственного производства, основным признаком которого является отраслевая направленность, что влечет появление «аграрных» рисков. В качестве основного источника рисков в сельскохозяйственном производстве выступают природно-климатические условия и погодные колебания, приводящие к потере продукции, а также изменения в процессах органогенеза (роста и развития растений). Существенно и то, что в ряде случаев сельскохозяйственное сырье является в основном скоропортящимся продуктом, быстро теряющим свои полезные питательные свойства, и это нужно принимать во внимание при его переработке, транспортировке и хранении [9].

Сформулируем содержательную постановку исследуемой задачи: перерабатывающее предприятие АПК осуществляет переход к выпуску продукции на основе инновационной технологии. Технологический процесс включает различные виды производственных факторов, сырья, промежуточных и конечных продуктов и может состоять из p технологических способов организации производства. Необходимо осуществить оптимальное управление на заданном временном промежутке T выбором предлагаемых (возможных) управляющих воздействий таким образом, чтобы выполнялись требования максимизации (или минимизации) критериев оптимизации [10].

1. Формирование экономико-математической модели динамики управления инновационными процессами перерабатывающего предприятия АПК

На заданном целочисленном промежутке времени $0, T = \{0, 1, \dots, T\}$ ($T > 0$) рассматривается процесс УИПП при наличии рисков, для экономико-математического моделирования которого предлагается использовать динамическую модель, описываемую системой линейных дискретных рекуррентных уравнений [11]. Для формирования экономико-математической модели процесса УИПП введем следующие обозначения:

n – общее количество видов готовой продукции предприятия;

m – общее количество типов ресурсов, из которых можно произвести данную продукцию;

q – общее количество фактор-рисков, влияющих на выпуск продукции;

$x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))' \in \mathbf{R}^n$ – вектор объемов остатков готовой продукции, хранящейся на складах предприятия в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая j -я координата $x_j(t)$ есть значение объема продукции j -го вида ($j \in \overline{1, n}$); здесь и далее для $k \in \mathbf{N}$, \mathbf{R}^k есть k -мерное евклидово векторное пространство векторов-столбцов, а знаки \leq , \geq , $=$ и \neq используются для обозначения операций сравнения между его элементами, которые определяются естественным образом – путем соответствующего по координатному сравнению; \mathbf{N} есть множество всех натуральных чисел.

Отметим, что если в начале периода времени t ($t \in \overline{0, T-1}$) на складе имелись запасы готовой продукции в количестве $x(t)$, то к концу этого периода для использования (продажи) будет годна только их часть, равная $A_n(t)x(t)$, где $A_n(t) = \|a_{jj}(t)\|_{j \in \overline{1, n}}$ есть диагональная матрица порядка n , характеризующая «старение» продукции за этот период, ($a_{jj}(t)$ – коэффициент, характеризующий особенности условий хранения продукции j -го вида; $j \in \overline{1, n}$, $a_{jj}(t) \in [0, 1]$);

$u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t))' \in \mathbf{R}^n$ – вектор инновационного управления интенсивностью производства готовой продукции в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая j -я координата $u_j(t)$ есть значение объема производства продукции j -го вида ($j \in \overline{1, n}$);

$s(t) = (s_1(t), s_2(t), \dots, s_n(t))' \in \mathbf{R}^n$ – вектор объемов спроса на готовую продукцию, выпускаемую в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая j -я координата $s_j(t)$

есть значение величины спроса на готовую продукцию j -го вида ($j \in \overline{1, n}$) в момент времени t ;

$y(t) = (y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t))' \in \mathbf{R}^m$ – вектор объемов остатков производственных ресурсов, хранящихся на складах предприятия в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая i -я координата $y_i(t)$ есть значение объема ресурса i -го вида ($i \in \overline{1, m}$);

$w(t) = (w_1(t), w_2(t), \dots, w_m(t))' \in \mathbf{R}^m$ – вектор интенсивности пополнения складских ресурсов в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая i -я координата $w_i(t)$ есть значение объема ресурса i -го вида ($i \in \overline{1, m}$); причем реализация управления $u(t) \in \mathbf{R}^n$ определяет реализацию $w(t) = W(u(t)) = (W_1(u(t)), W_2(u(t))), \dots, W_m(u(t))' \in \mathbf{R}^m$, где $W: \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}^m$ есть вектор-функция интенсивности пополнения складских ресурсов;

$B(t) = B(u(t)) = \|b_{ij}(t)\|_{i \in \overline{1, m}, j \in \overline{1, n}}$ – технологическая матрица рассматриваемого процесса, соответствующая фиксированной реализации управляющего воздействия $u(t) \in \mathbf{R}^n$ в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$) ($b_{ij}(t)$ – нормы затрат ресурса i -го типа, необходимого для изготовления единичного объема продукции j -го вида, соответствующие реализации $u(t)$ ($i \in \overline{1, m}; j \in \overline{1, n}$));

$v(t) = (v_1(t), v_2(t), \dots, v_q(t))' \in \mathbf{R}^q$ – вектор рисков (рисков, неопределенности или погрешности моделирования процесса), влияющих на выпуск единицы произведенной продукции каждого вида в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), ($q \in \mathbf{N}$);

$C(t) = \|c_{jk}(t)\|_{j \in \overline{1, n}, k \in \overline{1, q}}$ – матрица, состоящая из коэффициентов пересчета уровня влияния вектора рисков на единицу произведенной продукции каждого вида в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$);

$v'(t) = (v'_1(t), v'_2(t), \dots, v'_l(t))' \in \mathbf{R}^l$ – вектор рисков, влияющих на состояние единицы имеющихся ресурсов каждого вида в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), ($l \in \mathbf{N}$);

$C'(t) = \|c'_{ih}(t)\|_{i \in \overline{1, m}, h \in \overline{1, l}}$ – матрица, состоящая из коэффициентов пересчета уровня влияния вектора рисков на состояние единицы ресурсов каждого вида в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$).

Тогда динамика рассматриваемого процесса УИПП будет описываться системой линейных дискретных рекуррентных уравнений вида:

$$\begin{cases} x_j(t+1) = \sum_{j=1}^n a_{jj}(t)x_j(t) + u_j(t) - s_j(t) - \sum_{k=1}^q c_{jk}(t)v_k(t), & x_j(0) = 0, s_j(0) = s_j, \\ y_i(t+1) = y_i(t) + w_i(t) - \sum_{j=1}^n b_{ij}(t)u_j(t) - \sum_{h=1}^l c'_{ih}(t)v'_h(t), & y_i(0) = b_i \end{cases} \quad (1)$$

$$(t \in \overline{0, T-1}; i \in \overline{1, m}; j \in \overline{1, n}; k \in \overline{1, q}; h \in \overline{1, l}),$$

где приняты следующие обозначения:

$x(t+1) = (x_1(t+1), x_2(t+1), \dots, x_n(t+1))' \in \mathbf{R}^n$ – вектор объемов остатков готовой продукции, образовавшихся на складах предприятия к началу периода времени $(t+1)$;

$y(t+1) = (y_1(t+1), y_2(t+1), \dots, y_m(t+1))' \in \mathbf{R}^m$ – вектор объемов остатков производственных ресурсов, оставшихся на складах предприятия к началу периода времени $(t+1)$;

$s = (s_1, s_2, \dots, s_n)' \in \mathbf{R}^n$ – вектор начального объема спроса на готовую продукцию при реализации процесса управления в начальный момент времени (при $t = 0$), у которого каждая j -я координата s_j есть значение величины спроса на готовую продукцию j -го вида ($j \in \overline{1, n}$) в начальный момент времени;

$b = (b_1, b_2, \dots, b_m)' \in \mathbf{R}^m$ – вектор начального объема производственных ресурсов при реализации процесса управления в начальный момент времени (при $t = 0$), у которого каждая i -я координата b_i есть значение производственного ресурса i -го вида ($i \in \overline{1, m}$), расходуемого в начальный момент времени.

Тогда в векторной форме система (1) имеет вид:

$$\begin{cases} x(t+1) = A(t)x(t) + u(t) - s(t) - C(t)v(t), & x(0) = 0_n, & s(0) = s, \\ y(t+1) = y(t) + w(t) - B(t)u(t) - C'(t)v'(t), & y(0) = b, & t \in \overline{0, T-1}, \end{cases} \quad (2)$$

где нулевой вектор $0_n \in \mathbf{R}^n$.

Аналогично запасам готовой продукции для запасов производственных ресурсов к концу периода t для использования в производстве будет годна только их часть, равная $R_m(t)y(t)$, где $R_m(t) = \|r_{ii}(t)\|_{i \in \overline{1, m}}$ – диагональная матрица порядка m , характеризующая «старение» производственных ресурсов за соответствующий период.

В этом случае система уравнений (2), описывающая динамику рассматриваемого производственного процесса, будет иметь вид:

$$\begin{cases} x(t+1) = A(t)x(t) + u(t) - s(t) - C(t)v(t), & x(0) = 0_n, & s(0) = s, \\ y(t+1) = R(t)y(t) + w(t) - B(t)u(t) - C'(t)v'(t), & y(0) = b, & t \in \overline{0, T-1}. \end{cases} \quad (3)$$

Рассмотрим вектор $l(t) = (\langle \bar{b}_1(t), u(t) \rangle_n, \langle \bar{b}_2(t), u(t) \rangle_n, \dots, \langle \bar{b}_m(t), u(t) \rangle_n)' \in \mathbf{R}^m$, где $\bar{b}_i(t)$ – вектор соответствующих строк матрицы $B(t)$ ($i \in \overline{1, m}$); здесь и далее для $k \in \mathbf{N}$ символом $\langle a, b \rangle_k$ будем обозначать скалярное произведение векторов a и b в пространстве \mathbf{R}^k ($k \in \mathbf{N}$), где вектор $a_i^{(1)}(t) = (a_{i1}(t), a_{i2}(t), \dots, a_{in}(t))' \in \mathbf{R}^n$ ($i \in \overline{1, m}$).

Обозначим через $Z(t)$ общие суммарные издержки предприятия за период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), тогда уравнение для $Z(t+1)$ в векторной форме запишется следующим образом:

$$Z(t+1) = Z(t) + \langle q(t), l(t) \rangle_m + \langle z(t), x(t) \rangle_n + \langle p(t), y(t) \rangle_m, \quad t \in \overline{0, T-1}, \quad (4)$$

где $q(t) = (q_1(t), q_2(t), \dots, q_m(t)) \in \mathbf{R}^m$ – вектор реальных цен на используемые ресурсы, необходимые предприятию для производства продукции в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая i -я координата $q_i(t)$ есть значение цены единицы производственного ресурса i -го вида ($i \in \overline{1, m}$);

$z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_n(t))' \in \mathbf{R}^n$ – вектор затрат предприятия на хранение на складе остатков готовой продукции в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая j -я координата $z_j(t)$ есть значение объема затрат на единицу продукции j -го вида ($j \in \overline{1, n}$);

$p(t) = (p_1(t), p_2(t), \dots, p_m(t))' \in \mathbf{R}^m$ – вектор затрат предприятия на хранение на складе остатков производственных ресурсов в период времени t ($t \in \overline{0, T-1}$), у которого каждая i -я координата $p_i(t)$ есть значение объема затрат на единицу ресурса i -го вида ($i \in \overline{1, m}$).

Пусть финансовые средства на инвестиции в расширение производства в начальный момент периода управления (при $t = 0$) предприятие предполагает формировать на основе банковского кредита в объеме G и собственных финансовых ресурсов G_0 , отчисляемых от чистой прибыли и направляемых на расширение производства. Тогда динамика рассматриваемого процесса дополнится еще одним линейным дискретным рекуррентным уравнением вида:

$$k(t+1) = k(t) + \sum_{j=1}^n g_j(t)s_j(t) - Z(t) - \alpha \cdot \sum_{j=1}^n g_j(t)s_j(t) - \beta(t) - \gamma(t) - \sum_{i=1}^r c_i''(t)v_i''(t), \quad (5)$$

$$k(0) = G + G_0,$$

где для $t \in \overline{0, T-1}$ введены следующие обозначения:

$k(t), k(t+1), k(0)$ – количество доступных финансовых средств, образовавшихся к началу периода t , к началу периода $t+1$, на начальный момент времени $t=0$ соответственно;

α – коэффициент, учитывающий долю налоговых отчислений от продажи товаров (услуг);

$\gamma(t)$ – другие налоги;

$g(t) = (g_1(t), g_2(t), \dots, g_n(t))' \in \mathbf{R}^n$ – вектор реальных закупочных цен на реализованную продукцию, произведенную предприятием в период времени $(t \in \overline{0, T-1})$, у которого каждая j -я координата $g_j(t)$ есть значение цены единицы продукции j -го вида ($j \in \overline{1, n}$);

$v''(t) = (v_1''(t), v_2''(t), \dots, v_r''(t))' \in \mathbf{R}^r$ – вектор финансовых рисков, влияющих на единицу суммарных издержек предприятия в период времени $t (t \in \overline{0, T-1}; r \in \mathbf{N})$;

$c''(t) = (c_1''(t), c_2''(t), \dots, c_r''(t))' \in \mathbf{R}^r$ – вектор, состоящий из коэффициентов пересчета уровня влияния вектора финансовых рисков на единицу суммарных издержек предприятия в период времени $t (t \in \overline{0, T-1})$;

$\beta(t)$ – объем отчислений, связанных с кредитом.

$$\beta(t) = (r/100)/12 \cdot t_{\text{кр}} \cdot G + \beta_d(t),$$

здесь r – годовая процентная ставка за пользование кредитом; $\beta_d(t)$ – доля возвращаемого кредита в период $t_{\text{кр}}$.

$$\beta_d(t) = (G/T_{\text{кр}}) \cdot t_{\text{кр}},$$

где $T_{\text{кр}}$ – общий срок кредитования, мес.; $t_{\text{кр}}$ – период возврата кредита, мес.

Тогда уравнение для выражения $k(t+1)$ в векторной форме запишется следующим образом:

$$k(t+1) = k(t) + \langle g(t), s(t) \rangle - Z(t) - \alpha \cdot \langle g(t), s(t) \rangle_n - \beta(t) - \gamma(t) - \langle c''(t), v''(t) \rangle_r,$$

$$k(0) = G + G_0, \quad t \in \overline{0, T-1}. \quad (6)$$

На основании выражений (3), (4) и (6) сформируем следующую систему линейных дискретных рекуррентных уравнений, описывающую в полном объеме динамику рассматриваемого процесса:

$$\begin{cases} x(t+1) = A(t)x(t) + u(t) - s(t) - C(t)v(t), & x(0) = 0_n, \quad s(0) = s, \\ y(t+1) = R(t)y(t) + w(t) - B(t)u(t) - C'(t)v'(t), & y(0) = b, \\ Z(t+1) = Z(t) + \langle q(t), l(t) \rangle_m + \langle z(t), x(t) \rangle_n + \langle p(t), y(t) \rangle_m, \\ Z(0) = \langle z(0), x(0) \rangle_n + \langle p(0), y(0) \rangle_m, \\ k(t+1) = k(t) + \langle g(t), s(t) \rangle_n - Z(t) - \alpha \cdot \langle g(t), s(t) \rangle_n - \beta(t) - \gamma(t) - \langle c''(t), v''(t) \rangle_r, \\ k(0) = G + G_0, \quad t \in \overline{0, T-1}. \end{cases} \quad (7)$$

Отметим, что полученная система позволяет моделировать динамику многошагового процесса УИПП в зависимости от заданных начальных условий и выбора конкретных реализаций управляющих воздействий.

Причем в сформированной дискретной динамической системе (7) технологическая матрица $B(t) = B(u(t)) = \|b_{ij}(t)\|_{i \in \overline{1, m}, j \in \overline{1, n}}$ и вектор интенсивности пополнения складских

ресурсов $w(t) = W(u(t))$ явно зависят от реализации управляющего воздействия $u(t) \in \mathbf{R}^n$ в период времени $t \in \overline{0, T-1}$.

2. Формирование ограничений модели управления инновационными процессами предприятия при наличии рисков

Вектор управляющего воздействия $u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_p(t))' \in \mathbf{R}^n$ интенсивности производства готовой продукции в динамической системе (7) должен удовлетворять следующему заданному ограничению:

$$u(t) \in U(t) = \{u(t) : u(t) \in \mathbf{R}^n, U_{\min}(t) \leq u(t) \leq U_{\max}(t)\}, \langle q(t), w(t) \rangle_m \leq k(t), B(t)u(t) \leq y(t) + w(t)\}, \quad (8)$$

где $U_{\min}(t) = (U_{\min 1}(t), U_{\min 2}(t), \dots, U_{\min n}(t)) \in \mathbf{R}^n$ – вектор минимально приемлемого объема производства готовой продукции, у которого каждая j -я координата $U_{\min j}(t)$ есть значение минимально приемлемого объема производства продукции j -го вида ($j \in \overline{1, n}$) (например, точка безубыточности для каждого вида продукции);

$U_{\max}(t) = (U_{\max 1}(t), U_{\max 2}(t), \dots, U_{\max n}(t)) \in \mathbf{R}^n$ – вектор верхнего предела выпуска продукции, у которого каждая j -я координата $U_{\max j}(t)$ есть значение максимально приемлемого объема производства продукции j -го вида ($j \in \overline{1, n}$) (например, максимальная емкость рынка по каждому наименованию продукции, максимальная мощность производства и др.). Здесь и далее операции сравнения векторов понимаются в покоординатной форме.

При этом для всех периодов времени $t \in \overline{0, T-1}$ должны также выполняться следующие заданные фазовые ограничения:

$$\begin{cases} x_j(t) \geq 0, (j \in \overline{1, n}), \\ y_i(t) \geq 0, (i \in \overline{1, m}), \\ k(t) \geq 0, \\ Z(t) \geq 0. \end{cases} \quad (9)$$

На основании использованных в системе (7) векторов рисков

$$v(t) = (v_1(t), v_2(t), \dots, v_q(t))' \in \mathbf{R}^q, v'(t) = (v'_1(t), v'_2(t), \dots, v'_l(t))' \in \mathbf{R}^l$$

$$\text{и } v''(t) = (v''_1(t), v''_2(t), \dots, v''_r(t))' \in \mathbf{R}^r,$$

отвечающих периоду времени $t \in \overline{0, T-1}$, введем в рассмотрение обобщенный вектор рисков $\bar{v}(t) = (v(t), v'(t), v''(t)) \in \mathbf{R}^q \times \mathbf{R}^l \times \mathbf{R}^r$, который в процессе УИПП для каждой допустимой реализации управляющего воздействия $u(t) \in U(t)$ должен удовлетворять следующему заданному ограничению:

$$\bar{v}(t) \in \bar{V}(u(t)) = \{\bar{v}(t) : \bar{v}(t) = (v(t), v'(t), v''(t)) \in \mathbf{R}^q \times \mathbf{R}^l \times \mathbf{R}^r,$$

$$V_-(u(t)) \leq v(t) \leq V^+(u(t)), V'_-(u(t)) \leq v'(t) \leq V'^+(u(t)), V''_-(u(t)) \leq v''(t) \leq V''^+(u(t))\}, \quad (10)$$

где $V_-(u(t)), V'_-(u(t)), V''_-(u(t))$ и $V^+(u(t)), V'^+(u(t)), V''^+(u(t))$ есть соответственно нижние и верхние ограничения на допустимые реализации векторов рисков в период времени t , соответствующие реализации управляющего воздействия $u(t)$, которые определяются на основании истории реализации процесса УИПП.

Отметим, что в процессе УИПП учет ограничений (8), (9) и (10) является необходимым условием, которому в дискретной динамической системе (7) должны удовлетворять оптимальные управляющие воздействия, порожденные ими параметры состояния этой системы, а также допустимые реализации векторов рисков.

Разработанная динамическая модель оптимизации УИПП АПК позволяет решить задачу формирования оптимальной инновационной производственной программы и ценовой политики конкретного предприятия АПК. На основе предлагаемой динамической экономико-математической модели оптимизации УИПП возможно разрабатывать различные численные методы решения соответствующей задачи и создавать компьютерную информационную систему поддержки принятия оптимальных управленческих решений [12; 13].

Моделирование процессов управления ИП, их анализ и последующее совершенствование с целью оптимизации ИП – основной резерв для повышения конкурентоспособности и эффективности работы перерабатывающих и других агропромышленных предприятий. Кроме того, необходимы инструментальные средства, позволяющие собирать и обрабатывать наиболее полную и достоверную информацию о деятельности всех подразделений агропромышленного предприятия в рамках предлагаемой единой методологии.

Источники

1. Санто Б. Инновация как средство экономического развития : пер. с венг. / общ. ред. и вступ. ст. Б. В. Сазонова. М. : Прогресс, 1990.
2. Инновационный союз Российской Федерации (Проект). Межгосударственная программа Евразийского экономического общества «Создание системы развития инновационного предпринимательства государств-членов Евразийского экономического общества (Евразийской инновационной системы)». Режим доступа: http://www.sovnet.ru/upload/sgi/sozдание_sistemy_innovacionnogo_predprinimatelstva_EvrAzES.pdf.
3. Правительственный портал. Режим доступа: <http://www.kmu.gov.ua/control>.
4. Красовский Н. Н. Теория управления движением. М. : Наука, 1968.
5. Красовский Н. Н., Субботин А. И. Позиционные дифференциальные игры. М. : Наука, 1974.
6. Лотов А. В. Введение в экономико-математическое моделирование. М. : Наука, 1984.
7. Пропой А. И. Элементы теории оптимальных дискретных процессов. М. : Наука, 1973.
8. Тер-Крикоров А. М. Оптимальное управление и математическая экономика. М. : Наука, 1977.
9. Бабенко В. А., Шориков А. Ф. Экономико-математическая модель и общая схема оптимизации управления инновационными процессами в условиях рисков // Разработка и создание инновационной инфраструктуры Санкт-Петербургского гос. аграрного ун-та в целях повышения качества подготовки специалистов агропромышленного сектора : материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб. : Изд-во СПГАУ, 2011.
10. Бабенко В. А., Шориков А. Ф. Оптимизация программного управления инновационными технологиями на предприятиях АПК // Современные проблемы экономики, менеджмента и маркетинга : материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф. Нижний Тагил : НТИ(ф) УрФУ, 2012.
11. Шориков А. Ф., Рассадина Е. С. Динамическая оптимизация комплексного адаптивного управления структурой товарного ассортимента предприятия // Экономика региона. 2013. № 2.
12. Шориков А. Ф. Алгоритм решения задачи оптимального терминального управления в линейных дискретных динамических системах // Информационные технологии в экономике: теория, модели и методы : сб. науч. тр. Екатеринбург : Изд-во УрГЭУ, 2005.
13. Шориков А. Ф. Минимаксное оценивание и управление в дискретных динамических системах. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 1997.