

УДК 004.94:65.012.122(664.7)

СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАНКА АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

В. О. Новицкий,

канд. техн. наук, доцент

Московский государственный университет пищевых производств

Предлагается методика моделирования бизнес-процессов производственно-ресурсного планирования на основе создания банка аналитических моделей и использования его для систем управления одного из больших и важных классов предприятий агропромышленного комплекса — предприятий по хранению и переработке зерна. Проводится систематизация функций и задач управления. Приводятся фрагменты банка моделей оптимизационных задач планирования для зерновых и перерабатывающих компаний.

Ключевые слова — система управления, производственно-ресурсное планирование, математическая модель, оптимизация, банк моделей, критерий, зерновые и зерноперерабатывающие компании.

Введение

В настоящее время на многих промышленных предприятиях относительно высокая степень механизации и автоматизации технологических процессов соседствует с недостаточной управляемостью на уровне производственно-хозяйственной деятельности, что является большим недостатком в современных условиях конкурентной рыночной среды. Вместе с тем предприятия, работающие в различных секторах российской экономики, имеют много общих технологических, финансово-экономических, управленческих и других характеристик. Ввиду большой значимости сырья и его высокой доли в себестоимости продукции одной из основных функций управления для многих кластеров предприятий является планирование сырьевых ресурсов в производстве и торговле. В целях повышения эффективности управления предлагается для данных предприятий сформировать банки типовых моделей (БМ) бизнес-процессов (БП) производственно-ресурсного планирования и использовать его в составе подсистем поддержки принятия решений в качестве интеллектуальных компонентов корпоративных автоматизированных информационных систем управления (КАИСУ).

Анализ основных бизнес-процессов в системах управления зерноперерабатывающих компаний

Одним из важнейших для России является сектор агропромышленного комплекса по хране-

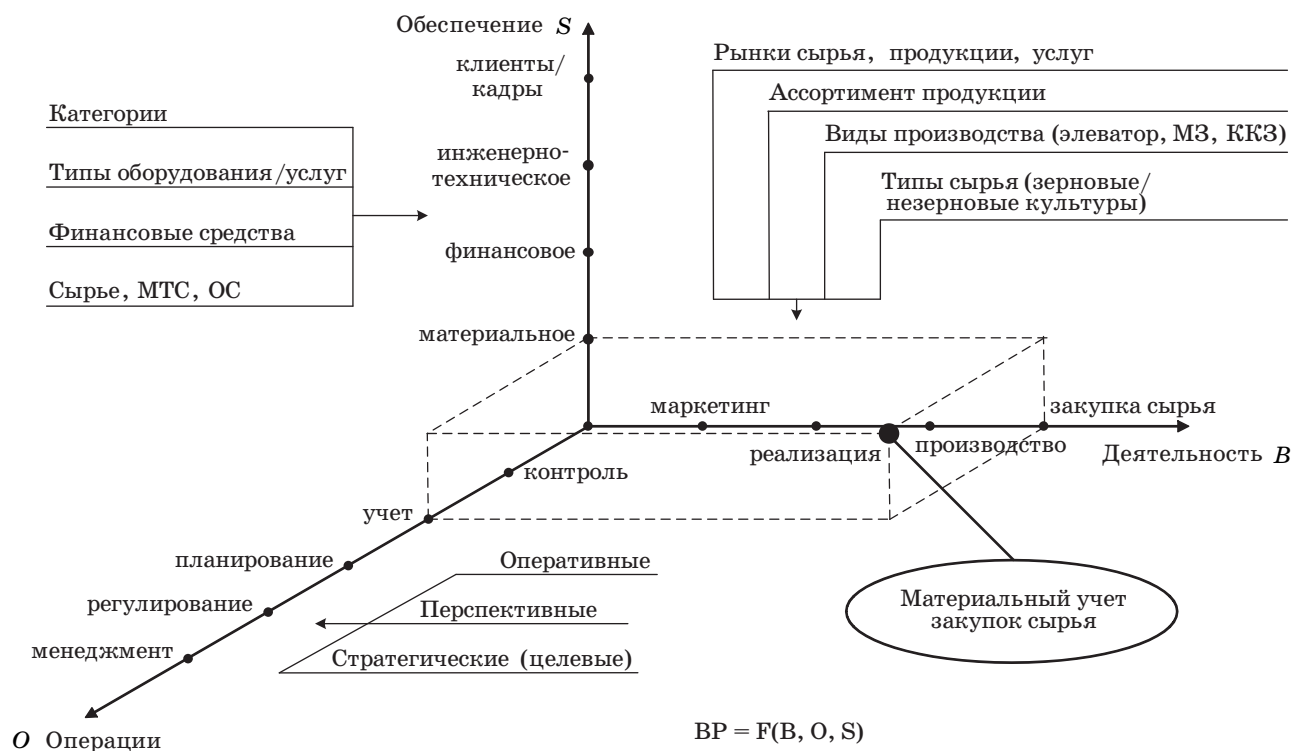
нию и переработке зерна, имеющий огромный потенциал и во многом определяющий продовольственную безопасность страны.

К группе предприятий этой отрасли относятся зерновые компании (с какими-либо из функций производства, хранения зерна и зернопродуктов, торговли на внутреннем и внешнем рынках), элеваторы и зерновые терминалы, мукомольные, крупяные и комбикормовые заводы, семенные, кукурузокалибровочные и маслозаводы и др., а также предприятия, включающие комбинации вышеуказанных производств (так называемые комбинаты хлебопродуктов), работающие с зерновыми, зернобобовыми и масличными культурами [1].

Понятие БП включает не только организационно-экономическую, но и производственную составляющую бизнеса, что является принципиальным для системы управления (СУ) зерноперерабатывающей компанией (ЗПК). Бизнес-процесс для ЗПК — это совокупность операций, направленных на формирование товарных партий и выработку продукции из зерна и оказание услуг по его хранению, переработке и реализации потребителям.

Таким образом, процесс управления мы рассматриваем как совокупность циклических действий, связанных с выявлением проблем, поиском и организацией выполнения принятых решений на двух уровнях [2, 3]:

— производственных (или технологических) БП;



■ Классификация и пространство БП в ЗПК: МТС — материально-технические средства; ОС — основные средства; МЗ — мукомольный завод; ККЗ — комбикормовый завод

— административных БП, выполняющих роль иерархической надстройки к управлению производственными процессами.

Функции управления в системах данного типа предприятий можно наглядно представить в виде пространства БП (рисунок).

Для реализации управления как интегративного свойства СУ ей необходимы ресурсы, которые, будучи ограничены, должны быть распределены эффективным образом. С этих позиций управление есть распределение ресурсов [4].

Чем большее число производственно-хозяйственных элементов и связей бизнеса задействовано в интегрированной бизнес-системе, тем больше в ней реализуется интегративных свойств, которые проявляются в виде снижения себестоимости, потенциала продвижения продукции на рынках, обновления активов, инноваций и др. На этой системной закономерности целостности базируются холдинговые структуры, обеспечивающие высокую конкурентоспособность предприятий. Управляющие компании в создаваемой иерархической структуре берут на себя и централизуют многие функции управления и таким образом уменьшают число степеней свободы, повышая устойчивость системы в целом.

С другой стороны, множество БП зерноперерабатывающего холдинга только тогда являются системой, когда они работают в соответствии с за-

данной иерархической структурой целей, имеют определенные рациональные взаимосвязи и реактивны к возмущениям из надсистем. Все это может обеспечить только эффективно выстроенная система управления компанией, охватывающая весь цикл функций, включающий сбор информации, учет, контроль, планирование, регулирование, прогнозирование, организацию и координацию производственно-хозяйственных процессов и операций, стратегическое (целевое) управление [5].

Бизнес-процесс может быть описан математической моделью — функционалом и множеством ограничений. Это является условием для постановки задач управления предприятием.

Общая постановка задачи

С учетом статических и динамических задач цикла функций управления на пространстве производственных и бизнес-процессов необходимо на основе разработанной методологии их исследования и моделирования создать комплексную интегрированную СУ производством для класса предприятий (например, ЗПК), которая базируется на принципах системного подхода и отвечает следующим основным требованиям: многоцелевой поиск; открытость; наличие единого комплекса оптимизационных моделей задач управления

(БМ); охват всех видов производств данного класса предприятий; скоординированность решения задач; интегрированность в структуру современной КАИСУ ЗПК, которая представляет собой интегрированную систему, включающую множество различных функциональных компонентов разных уровней управления.

Основные используемые взаимосвязанные системные категории: $\langle \text{цели} \rangle \leftrightarrow \langle \text{стратегии} \rangle \leftrightarrow \langle \text{ресурсы} \rangle$. Таким образом, разрабатываемый БМ для СУ ЗПК представляет собой комплекс математических моделей выбора и распределения ресурсов для всех видов производственной деятельности ЗПК, образующих основную логистическую цепочку: закупка сырья — производство — реализация и отгрузка продукции.

Банк аналитических моделей для СУ ЗПК

Банк моделей предназначен для накопления и использования модельных решений и синтеза систем управления ЗПК. Он позволяет использовать заранее подготовленные формальные математические модели и базы данных классификаторов как типовые компоненты для решения проблемных задач; из типовых компонентов на логическом уровне конструировать СУ для ЗПК; исследовать возможное поведение систем при различных стратегиях в различных условиях функционирования и развития. Из типовых компонентов БМ формируются модельные агрегаты, на основе которых реализуются соответствующие системы управления. Агрегат представляет собой унифицированную модель для описания функционирования разнородных элементов си-

стемы. Поэтому динамика большой, сложной СУ раскрывается через динамику взаимосвязанных между собой агрегативных моделей компонентов [6]. Интегративные свойства систем при агрегировании модельных компонентов отражаются в результатах поиска управленческих решений. В процессе проведения исследований и развития СУ банк моделей ЗПК пополняется новыми моделями, отражающими новые функции и свойства объектов [7].

В приведенных фрагментах БМ ЗПК сильные (целевые функции, табл. 1) и слабые (ограничения, табл. 2) критерии являются типовыми компонентами. Для их описания использованы выражения векторной алгебры со следующими обозначениями: X — операционные массы партий сырья; C_0, C — удельные начальные и конечные цены партий зерна; ΔC — маржинальные прибыли по торговым сделкам с учетом затрат на доставку, хранение и кредиты; ΔQ — нормированные отклонения показателей качества зерна от эталонов; Q — нормированные показатели качества сырья; ΔV — отклонения расчетных выходов продукции от базисных; φ — функция расчета выходов продукции в зависимости от значений показателей качества; H — приведенные нормы ввода ценного сырья; K — компоненты (% от масс партий); T — сроки поступления сырья.

Одни и те же критерии в разных случаях, при разных стратегиях (целях) управления могут выступать как сильные или как слабые. Для этого иногда требуется внести в критерий некоторые модификации, например в виде устремления к минимуму модуля разности фактического и эталонного значений показателя (перевод огра-

■ Таблица 1. Фрагмент банка моделей ЗПК — целевые функции

№ п/п	$f(X) \rightarrow \min$	Содержание	Вид критерия, упрощенный/полный	БП (задачи предметной области)
1	(C_0, X)	Стоимость сырья	Линейная (Л) / целочисленная линейная (ЦЛ)	Закупки зерна Расчет рецептов помольных смесей (ПС) Расчет рецептов комбикормов (КК) Планирование рецептов ПС и КК на период
2	$-(C, X)$	Объем продаж	Л / ЦЛ	Торговля зерном
3	$-(\Delta C, X)$	Стоимость услуг Прибыль	Л / ЦЛ	Планирование работ элеватора, МЗ Торговля зерном Закупка зерна
4	$(\Delta C, X)$ (C_0, X)	Рентабельность	Дробно-линейный/ЦЛ	Торговля зерном Закупка зерна
5	$-(1, X)$	Распродажа остатков Крупность партий (смесей)	Л / ЦЛ	Торговля зерном Расчет рецептов ПС
6	$(\Delta Q, X)$ $(1, X)$	Стабилизация качества смесей	Дробно-линейный / ЦЛ	Расчет рецептов ПС Планирование рецептов ПС на период
7	(Q, X)	Улучшение качества смесей	Л / ЦЛ	Расчет рецептов ПС Расчет рецептов КК

■ Таблица 2. Фрагмент банка моделей ЗПК — ограничения

№ п/п	Ограничения	Содержание	Вид	БП (задачи)
Ограничения вида $g(\mathbf{X}) \leq 0$				
1	$\mathbf{X}\Delta\mathbf{Q}_i \geq 0$ $i = \overline{1, I}$	Требования к качеству зерна Требования к объему подработки (изменению качества)	Линейные	Закупка зерна Торговля зерном Планирование рецептов ПС и КК Расчет рецептов ПС Расчет рецептов КК Планирование работы элеватора
2	$\mathbf{X}\Delta\mathbf{V} \geq 0$ $\Delta\mathbf{V} = \varphi(\mathbf{Q})$	Обеспечение расчетных выходов не ниже базисных (эталона)	Кусочно-линейные	Закупка зерна для МЗ Расчет рецептов ПС
3	$g_1(\mathbf{L}, \mathbf{X}) \leq p^e(\mathbf{L})$ $g_1(\mathbf{L}, \mathbf{X}) \geq p^u(\mathbf{L})$	Обеспечение плана по выпуску продукции, продажам, услугам в объеме и ассортименте (\mathbf{L})	Линейные	Закупка зерна Расчет рецептов ПС Расчет рецептов КК Планирование рецептов ПС и КК Планирование работы элеватора и МЗ Торговля зерном (купля-продажа)
4	$g_2(\mathbf{K}, \mathbf{X}) \leq \mathbf{X}$	Сумма частей не больше целого (по массе)	Линейные	Планирование рецептов ПС и КК Торговля зерном Закупка зерна
5	$g_3(\mathbf{H}, \mathbf{X}) \leq 0$	Нормы ввода ценного сырья	Линейные	Планирование рецептов ПС и КК Закупка сырья
6	$\Delta\mathbf{C} \geq b$	Нижний предел маржинальной прибыли	Линейные	Торговля зерном
7	$g_4(\mathbf{X}) \leq d$ $g_4(\mathbf{X}) = (q(\mathbf{X}), 1)$ $q(\mathbf{X}) = \{0; 1\}$	Число компонентов (отпускных силосов, дозаторов)	Нелинейные (релейные)	Расчет рецептов ПС
Ограничения вида $h(\mathbf{X}) = 0$				
8	$h_1(\mathbf{T}, \mathbf{X}) = 0$	Использование сырья планируемого поступления	Линейные	Планирование рецептов ПС и КК
9	$\exists n \in N$ $h_2(\mathbf{X}) = n\mathbf{W}$	Объем сделки кратен вместимости вагона для различных культур (\mathbf{W})	Целочисленно-линейные	Торговля зерном Закупка сырья (завоз вагонами)

ничения в вид целевой функции для достижения цели стабилизации процесса).

В СУ ЗПК многие БП связаны между собой, например: закупка зерна и расчет рецептов [7], закупка зерна и планирование работы элеватора (прием, размещение, обработка, хранение зерна), расчет рецептов товарных партий и торговля зерном и др.

Реализации модельных компонентов на логическом уровне для различных интеллектуальных подсистем КАИСУ ЗПК описаны в многочисленных сборниках научных трудов МГУПП, Международной промышленной академии (МПА) и СПбГТУ. В частности для подсистемы планирования зерновых ресурсов мукомольного производства описание математических моделей БП закупки зерна, расчета рецептов ПС и планирования рецептов на период можно найти в работе [8]. Полученные модели идентифицируются в процессе адаптации на объектах внедрения, и на их основе вместе с интерфейсом учетных систем синтезируются готовые программные модули.

Заключение

Банк аналитических моделей, формируемый на основе типовых модельных компонентов — сильных и слабых критериев, является эффективным инструментом проектирования и эксплуатации автоматизированных систем управления для предприятий зерноперерабатывающей отрасли промышленности. БМ используется в системе поддержки принятия решений (СППР) для решения задач оптимального планирования и многокритериального выбора управленческих решений для ЗПК. Предлагаемый подход позволяет снизить затраты на разработку, адаптацию и внедрение интеллектуальных компонентов КАИСУ в зерновом секторе агропромышленного комплекса России. Подсистема планирования зерновых ресурсов мукомольного производства, наряду с СППР по торговле зерном, внедрена на ряде ведущих ЗПК Центрального и Южного Федеральных округов и награждена 2-й премией на VIII съезде мукомольных и крупяных предприятий России (2008 г.).

Литература

1. Берестнев Е. В., Петриченко В. Е., Новицкий В. О. Рекомендации по организации и ведению технологического процесса на мукомольных предприятиях. — М.: ДеЛи принт, 2008. — 176 с.
2. Доманин А. Б. Концепция управления предприятием на основе системного подхода к информации // Менеджмент в России и за рубежом. 2003. № 6. С. 123–165.
3. Стивенсон В. Д. Управление производством: Пер. с англ. — М.: Издательство Лаборатория базовых знаний, 1998. — 928 с.
4. Жилин Д. М. Теория систем: Опыт построения курса. Изд. 4-е, испр. — М.: Издательство ЛКИ, 2007. — 184 с.
5. Анфилатов В. С., Емельянов А. А., Кукушкин А. А. Системный анализ в управлении: учеб. пособие / Под ред. А. А. Емельянова. — М.: Финансы и статистика, 2005. — 368 с.
6. Денисов А. А., Колесников Д. Н. Теория больших систем управления: учеб. пособие для вузов. — Л.: Энергоиздат, 1982. — 288 с.
7. Новицкий В. О. Исследование объектов и постановка задач управления для зерновых и зерноперерабатывающих компаний на основе методологии системного анализа // Системный анализ в проектировании и управлении: Сб. науч. тр. XIII Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 1. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2009. С. 311–315.
8. Мерцалов А. Н., Новицкий В. О. Постановка и методы решения задач оптимизации рецептов зерновых смесей // Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации: Сб. докл. V юбилейной школы-конф. с междунар. участ. / МГУПП. М., 2007. С. 358–360.

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

При подготовке рукописей статей редакция просит Вас руководствоваться следующими рекомендациями.

Объем статьи (текст, таблицы, иллюстрации и библиография) не должен превышать эквивалента в 16 страниц, напечатанных на бумаге формата А4 на одной стороне через 1,5 интервала в Word шрифтом Times New Roman размером 13.

Обязательными элементами оформления статьи являются: индекс УДК, инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень, звание, полное название организации; заглавие, аннотация (5–7 строк) и ключевые слова на русском и английском языках, подрисуночные подписи.

Формулы набирайте в Word, при необходимости можно использовать формульный редактор; для набора одной формулы не используйте два редактора; при наборе формул в формульном редакторе знаки препинания, ограничивающие формулу, набирайте вместе с формулой; для установки размера шрифта никогда не пользуйтесь вкладкой Other..., используйте вкладку Define; в формулах не отделяйте пробелами знаки: + = –.

При наборе символов в тексте помните, что символы, обозначаемые латинскими буквами, набираются светлым курсивом, русскими и греческими — светлым прямым, векторы и матрицы — прямым полужирным шрифтом.

Иллюстрации в текст не заверстываются и предоставляются отдельными исходными файлами, поддающимися редактированию:

— рисунки, графики, диаграммы, блок-схемы изготавливаются в векторных программах: Visio 4, 5, 2002–2003 (*.vsd); Coreldraw (*.cdr); Excel; Word; AdobeIllustrator; AutoCad (*.dxf); Компас; Matlab (экспорт в формат *.ai);

— фото и растровые — в формате *.tif, *.png с максимальным разрешением (не менее 300 pixels/inch).

В редакцию предоставляются:

— сведения об авторе (фамилия, имя, отчество, место работы, должность, ученое звание, учебное заведение и год его окончания, ученая степень и год защиты диссертации, область научных интересов, количество научных публикаций, домашний и служебный адреса и телефоны, факс, e-mail), фото авторов: анфас, в темной одежде на белом фоне, должны быть видны плечи и грудь, высокая степень четкости изображения без теней и отблесков на лице, фото можно представить в электронном виде в формате *.tif, *.png с максимальным разрешением — не менее 300 pixels/inch при минимальном размере фото 40 × 55 мм;

— экспертное заключение.

Список литературы составляется по порядку ссылок в тексте и оформляется следующим образом:

— для книг и сборников — фамилия и инициалы авторов, полное название книги (сборника), город, издательство, год, общее количество страниц;

— для журнальных статей — фамилия и инициалы авторов, полное название статьи, название журнала, год издания, номер журнала, номера страниц;

— ссылки на иностранную литературу следует давать на языке оригинала без сокращений;

— при использовании web-материалов указывайте адрес сайта и дату обращения.

Более подробную информацию см. на сайте: www.i-us.ru