

*Чем более точна наука, тем больше
можно из нее извлечь точных
предсказаний.
А. Франс*



экономика предприятия и управление производством

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

УДК 658.7

*Пушкарь А.И.,
Евсеев А.С.*

Важнейшим направлением и основным содержанием современного этапа рыночной экономики является развитие, которое представляет собой процесс, качественно трансформирующий технологию, продукцию, способ организации производства, систему управления предприятием. Наличие факторов неопределенности приводит к тому, что проблема развития предприятия относится к классу слабоструктурированных проблем, а задачи управления развитием являются слабоформализуемыми задачами. Характер слабоформализованных задач развития таков, что они требуют для своего решения сложных и трудоемких методов, участия большого числа менеджеров и специалистов, обширной информационной поддержки.

Традиционно задачи моделирования при решении проблемы управления основываются на поиске структурно-функциональной зависимости $Y = f(X, \alpha)$, где Y — вектор выходных переменных; X — вектор входных переменных; α — вектор параметров модели. Построение такого рода единой замкнутой модели для решения

слабоформализованной задачи управления развитием, как правило, оказывается невозможным. Для преодоления такого рода трудностей в работах [1, 2] предлагается новый подход, основанный на аппроксимации слабоформализованной задачи множеством более мелких формализованных задач, для которых можно построить локальные формальные модели. Но промежуточные результаты моделирования, являющиеся выходными данными по отношению к подмоделям, входящим в единый комплекс, не могут в необработанном виде применяться в следующих подмоделях в качестве вектора входных переменных. Для согласования входов и выходов локальных подмоделей комплексная экономико-математическая модель, состоящая из совокупности формализованных компонентов, дополняется множеством блоков-преобразователей. Обработка информации в таких неформализованных модельных компонентах производится с непосредственным участием и на основе опыта лица, принимающего решения (ЛПР) и (или) системных аналитиков. Будем называть далее такие компоненты экспертными. Экспертные компоненты, кроме выполнения функции интерфейса между формальными компонентами комплексной модели (согласование входных и выходных данных подмоделей), позволяют вводить в комплексную модель слабоформализованной задачи новые знания и дополнительную информацию, которыми обладают ЛПР (системные аналитики).

Данный подход применен для разработки комплекса экономико-математических моделей материально-технического обеспечения (МТО) продуктового развития предприятия. Под продуктовым развитием понимается процесс управления

"продуктовыми" инновациями, которому соответствует комплекс задач, выделенный из классификации задач развития предприятия по функциональному признаку. Методические разработки проходят апробацию на предприятиях г. Харькова, а именно: на ХЭТЗ "Трансвязь", в ЗАО "Тантал".

В процессе моделирования были определены следующие функции экспертных компонент: интерфейс между моделями, интерфейс ЛПР-модель, источник новой информации в модели и дополнительных знаний.

1. **Интерфейс между подмоделями.** На вход экспертных компонент подается вектор выходных параметров — Y_n текущей подмодели — M_n , в соответствии с обработанными значениями массива выходных параметров — Y'_n , данные приводятся к виду, используемому в следующей подмодели — M_{n+1} , и рассматриваются как вектор входных переменных — X_{n+1} .

2. **Интерфейс ЛПР — модель.** К ЛПР из модели поступает вектор выходных параметров — Y_n . От ЛПР в модель поступает информация об отклонениях вектора результирующих параметров ϵ , рекомендуемых изменениях вектора входных параметров следующей подмодели DX_{n+1} , обработанный вектор выходных параметров — Y'_n , приведенная внешняя информация — I' .

3. **Источник новой информации в модели и дополнительных знаний.** Знания, поступающие в

модель обрабатываются, исследуются на взаимосвязь с переменными модели. Анализируется возможность встречного прямого/рефлексивного оценивания и информирования.

Взаимодействие экспертной компоненты с другими объектами моделирующей системы представлено в виде схемы на рис. 1.

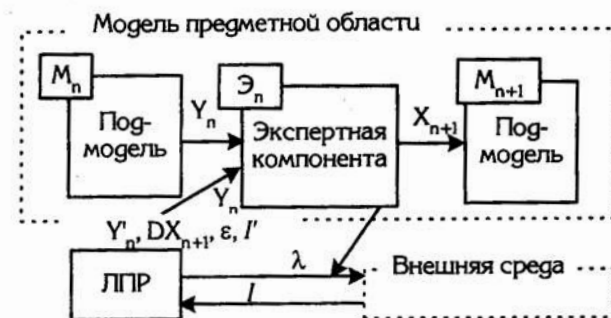


Рис. 1. Схема взаимодействия экспертных компонент модели с другими объектами моделирующей системы

Модель развития МТО предприятия (точнее ее часть — управляемую систему) представим в виде взаимосвязанных множеств подмоделей и экспертных компонент $S_u = \{M_i, E_i\}$, $i = 1 \dots n$, которые образуют контур управляемой системы (рис. 2).

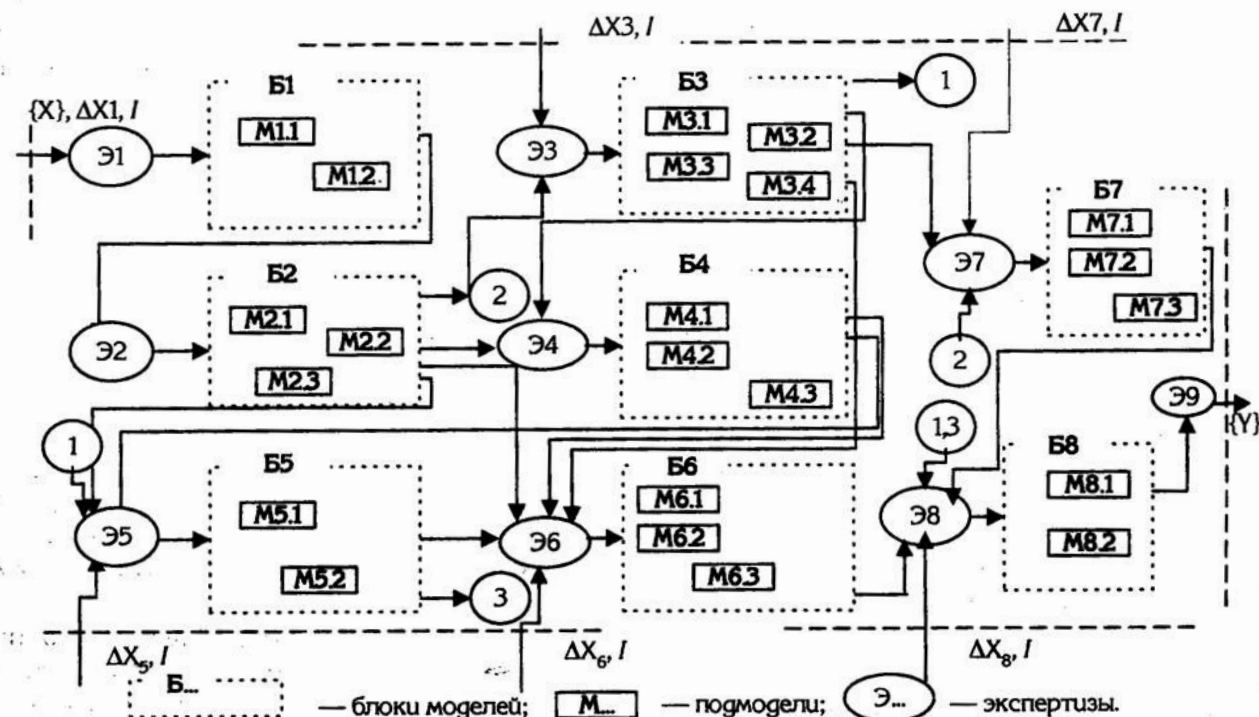


Рис. 2. Управляемая система модели развития МТО предприятия

Блоки и подмодели, приведенные в схеме (см. рис. 2), имеют следующее содержание: Б1 — Анализ и генерация конечных продуктов (М1.1 — Анализ существующих потребительских свойств, М1.2 — Генерация виртуальных прототипов конечного продукта); Б2 — Описание потребности в ресурсах — тип и качество (М2.1 — Описания типов ресурсов, спецификация, М2.2 — Стандартизация, определение субститутов, упрощение, М2.3 — Определение достаточного качества ресурса); Б3 — Определение потребности в ресурсах — количественные характеристики (М3.1 — Определение объемов потребления, М3.2 — Классификация ресурсов — производство/закупка, М3.3 — Определение достаточного уровня запаса, М3.4 — Определение периодичности потребления, величины партии закупки); Б4 — Определение условий и источников снабжения (М4.1 — Выбор системы МТО, М4.2 — Выбор поставщиков, М4.3 — Определение количества поставщиков); Б5 — Определение стоимости (М5.1 — Анализ стоимости ресурсов и условий поставки, М5.2 — Анализ скидок и дополнительных предложений); Б6 — Определение условий и агентов доставки (М6.1 — Выбор вида/видов транспорта, М6.2 — Определение маршрутов, М6.3 — Выбор транспортных организаций); Б7 — Обеспечение обслуживания (М7.1 — Выбор сервисных центров, М7.2 — Проектирование обеспечения гарантийного обслуживания, М7.3 — Проектирование обеспечения сервисного обслуживания); Б8 — Блок определения сроков и финансирования (М8.1 — Планирование цепочек и графиков производства, поставок, доставки, обслуживания, М8.2 — Определение программы финансирования, участия сторон).

В качестве основных входных переменных комплексной модели приняты следующие технико-экономические характеристики: Х1 — дата начала выпуска продукции; Х2 — производственная мощность предприятия на начало выхода продукта на рынок; Х3 — плановая стоимость единицы продукции; Х4 — плановый объем проекта (общее количество единиц в проекте). Элементы вектора основных переменных решения и выходных переменных: У1 — доля участия потребителя в разработке (при необходимости) инновационных материалов, комплектующих, узлов; У2 — разделение рисков возможных убытков, связанных с реализацией проекта; У3 — разделение обязанностей при нарушении условий по причине выхода из строя комплектующих; У4 — прогнозируемая стоимость обеспечения проекта,

стоимость комплектующих на единицу продукции; У5 — прогнозируемые сроки начала производства; У6 — динамика увеличения объема обеспечиваемых единиц.

Назначение и содержание экспертных компонент приведено в табл. 1.

Таблица 1

Назначение и содержание экспертных компонент

№	Назначение и содержание
Э1	В блоке анализируется и приводится к формату, используемому в моделях, информация о свойствах продуктов конкурентов, приоритетах потребителей, тенденции развития линейки аналогичных продуктов
Э2	На основе полученного виртуального прототипа изделия формализуются данные о материалах, комплектующих, узлах
Э3	Интерпретируются данные о предполагаемых объемах проекта, темпов выхода на рынок (информация поступает из внешних прогнозных моделей)
Э4	Для выбора источников снабжения обрабатываются данные о критериях отбора поставщиков. Определяются данные для разработки принципиального подхода к обеспечению ресурсами
Э5	К соответствующему виду приводится информация об условиях поставки ресурсов, дополнительном сервисе, ценовых характеристиках продукта
Э6	Формализуются данные о качественных и количественных характеристиках требуемых ресурсов. Определяются наиболее важные (для данного проекта и условий) критерии оценки транспортных организаций
Э7	Приводится к виду, используемому в моделях, информация о надежности комплектующих (поступает из внешних моделей), объемах проекта, плотности распределения конечных потребителей и сервисных центров
Э8	Обобщаются выходные данные блоков моделей — обязательства участников проекта, их описание и оценка, качественные и количественные характеристики потребляемых ресурсов
Э9	Выходная информация заключительного блока приводится к виду, необходимому для выходных переменных контура управляемой системы

Рассмотрим более подробно функции, выполняемые экспертной компонентой, и ее взаимосвязь с подмоделью на примере экспертной компоненты Э7 и подмодели М7.2 — Проектирование обеспечения гарантийного обслуживания. В экспертной компоненте Э7 на основе информации отдела маркетинга о стратегии выхода нового продукта на рынок, объемах реализуемого проекта, стратегии развития производственных мощностей строится детерминированная функция программы выпуска нового продукта; используя данные отдела конструкторских разработок об

Предлагаемая модель позволяет определить наилучшие комплектующие для нового продукта на основе уровня расходов на обеспечение сервисного обслуживания. Эксперименты с разработанной моделью проводились на базе службы МТО ЗАО "Тантал", которое является

Вариант 1 — предполагается использовать блок защиты Харьковского электротехнического завода "Трансвязь", который характеризуется достаточно высокой надежностью (значение интегральной функции отказа на конец гарантийного срока $Of=0,35$), средняя стоимость на начало выпуска (2 500 грн.), с началом крупносерийного производства стоимость значительно снижается (до 1 500 грн. на 10-й месяц), прогнозируется, что дальнейшее изменение стоимости комплектующего не будет превышать 10%, стоимость работ по замене узла будет колебаться в пределах 100 – 200 грн. в течение моделируемого периода.



Вариант 2 — используется менее надежный блок Камышловского завода электротехнического оборудования (Россия) ($Of = 0,48$), стоимость на начало моделируемого периода значительно ниже (1 200 грн.), начало крупносерийного производства не дает значительного снижения стоимости (до 15%), стоимость работ сервисных центров аналогична.

Вариант 3 — блок защиты с высокой надежностью Лосиноостровского ЭТЗ (Россия) ($Of = 0,23$) и высокой начальной стоимостью (3 400 грн.), изменение стоимости сильно зависит от объемов выпуска, резко увеличивается к моменту ухода с рынка, стоимость работ на 30% выше, чем в предыдущих случаях.

Вариант 4 — предлагается использовать самый недорогой узел производства Саратовского ЭТЗ (900 грн.), причем стоимость не зависит от объемов потребления, посредственная надежность ($Of = 0,54$), несложная замена комплектующих (стоимость — 50 – 100 грн.).

Результаты экспериментов, отражающие динамику изменения общих затрат на обслуживание нового вводно-защитного устройства (ВЗУ), представлены на рис. 4. в виде графика.

лекующих; для расчета общей себестоимости проекта; для проектирования системы снабжения производства нового продукта; для проектирования гарантийного и сервисного обслуживания выпускаемого продукта; для описания потребительских свойств конечного продукта; для уточнения маркетинговой стратегии продукта.

Основным преимуществом применения предлагаемого подхода к моделированию управления развитием МТО предприятия является возможность привлечения службы МТО на ранних стадиях проектирования программы развития предприятия.

Выводы. Применение экспертно-аналитического подхода в сочетании с использованием моделей системной динамики может быть положено в основу разработки прототипа моделирующей системы МТО развития предприятия. Структура моделирующей системы должна состоять из локальных субмоделей, реализующих преобразование знаний об объекте.

Экспертные компоненты служат информационными шлюзами для ввода в комплексную модель информации внешнего дополнения, для

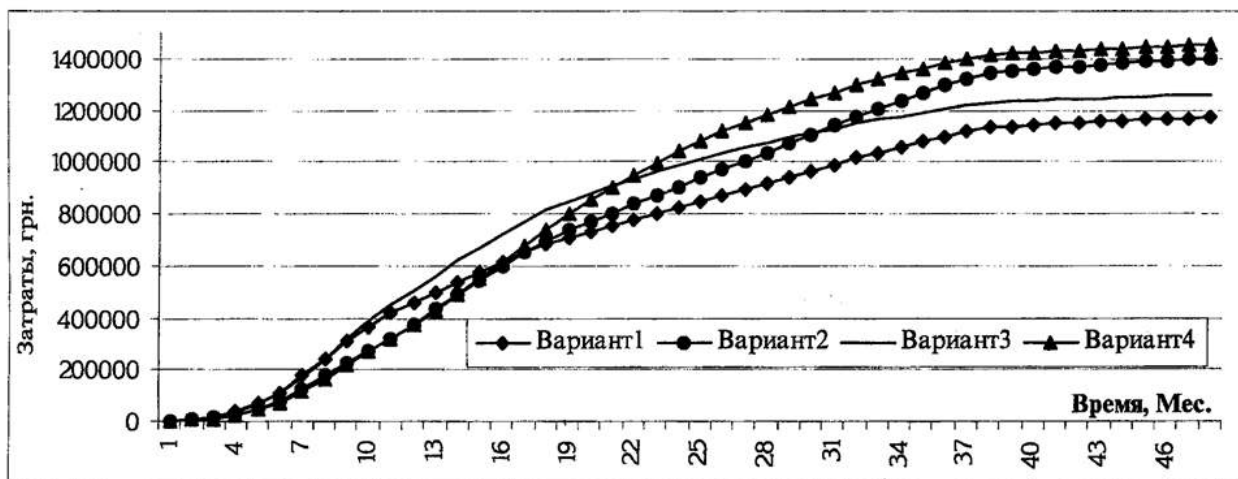


Рис. 4. Результаты экспериментов с моделью

Наиболее эффективным является первый из рассматриваемых вариантов (суммарные расходы на обслуживание по данному узлу составили 1 170 562 грн.), далее третий вариант — 1 261 760 грн., второй — 1 399 450 грн. и четвертый — 1 454 760 грн.

Полученные результаты используются для обоснования выбора одного из комп-

снятия структурных и параметрических неопределенностей.

Литература: 1. Пушкар А.И. Концепция моделирования управляемого развития производственно-экономических систем. — Донецк: Изд. инст. экономики промышленности, 1997. — 32 с. (Препр. НАН Украины). 2. Пушкар А.И. Модели управления развитием производственно-экономических систем: Монография. — Харьков: ХГЭУ, 1997. — 268 с.