

накомить с технологией доступа к данным на сервере с помощью специализированного клиентского приложения, в котором указанный недостаток преодолен. С точки зрения автора более удобным и эффективным средством формирования запросов к БД на сервере является компонент Microsoft SQL Server — Query Analyzer. Это клиентское приложение позволяет формировать многофункциональные запросы на диалекте Transact-SQL.

Для обучения технологиям доступа к БД коллективного пользования необходимо решить вопрос о создании на сервере локальной сети учебной базы. Автор считает, что она должна быть наполнена реальной экономической информацией, например, основными социально-экономическими показателями развития Республики Беларусь за ряд лет из статистической отчетности. Такие данные представляют профессиональный интерес для будущих экономистов, и это будет стимулировать приобретение практических навыков формирования запросов к БД в технологии «клиент/сервер».

Реализация автором методики обучения формированию запросов к БД на сервере сети с помощью клиентских приложений Access и Query Analyzer на примере БД «Социально-экономическое развитие Республики Беларусь» показала, что обучающиеся быстро осваивают инструментальные средства этих приложений и реально видят практическое применение данных технологий.

Ежегодное обновление вышеуказанной БД позволило бы студентам использовать ее информацию для экономического анализа при выполнении научных, курсовых и дипломных работ. Тогда освоенные технологии доступа к данным коллективного пользования были бы востребованы на практике уже в стенах учебного заведения.

*О.Н. Поддубная, канд. физ.-мат. наук, доцент
БГЭУ (Минск)*

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В МОДЕЛИ РЫНКА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Современная мировая экономика находится на стыке так называемых пятого и шестого технологических укладов. Как известно, пятый технологический уклад основан на ИТ и состоит в интенсивном развитии таких отраслей, как микроэлектроника, информатика, биотехнологии, атомная энергетика, космические технологии, связь и навигация. В ближайшие десятилетия прогнозируется освоение шестого технологического уклада, основой которого, по мнению экспертов, станут нанотехнологии. Поэтому изучение вопросов, связанных с рынком высокотехнологичной продукции, является крайне актуальным.

Объектом исследования в работе является емкость рынка высокотехнологичной продукции (объем продаж, работ, услуг за определен-

ный промежуток времени на определенной территории) и инвестиционная активность всех субъектов в данном секторе экономики.

Практика показывает, что существует зависимость скорости изменения емкости рынка высокотехнологичной продукции от самой емкости рынка, объема инвестиционных вложений в развитие данной отрасли, а также от ряда управляющих воздействий (объема налоговых льгот, таможенных преференций, амортизационной политики и ряда других факторов).

С другой стороны, объем инвестиций в высокотехнологичные отрасли обусловлен как емкостью самого рынка, так и объемом инвестиций в предыдущий период, а также проводимой управленческой политикой.

В момент времени t от 0 до h осуществляются технологические инновации, закладывающие основу будущего рынка. На наш взгляд, на формирующихся рынках высокотехнологичной продукции первоначальный спрос чаще всего присутствует в неявном виде — в ожидании технических и технологических решений, способных его удовлетворить. В момент времени $t = h$ рынок «оживает» — происходит так называемая кристаллизация рынка, т.е. появление продукта, который в состоянии удовлетворить спрос.

Дифференциально-алгебраические системы с последействием позволяют достаточно точно формализовать многие реальные управляемые экономические процессы, в том числе и процесс формирования рынка высокотехнологичной продукции.

Обозначим емкость рынка в каждый момент времени через $V(t)$, объем инвестиций — $I(t)$, управляющее воздействие — $U(t)$, измеряемые в денежных единицах

$$\frac{dV(t)}{dt} = A_{11}V(t) + A_{12}I(t) + B_1U(t),$$

$$I(t) = A_{21}V(t) + A_{22}I(t-h) + B_2U(t), \quad t \geq h.$$

$$\text{Здесь } V(t) = \begin{bmatrix} v_1(t) \\ v_2(t) \\ \dots \\ v_n(t) \end{bmatrix} \in \mathbf{R}^n, \quad I(t) = \begin{bmatrix} i_1(t) \\ i_2(t) \\ \dots \\ i_m(t) \end{bmatrix} \in \mathbf{R}^m, \quad U(t) = \begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \\ \dots \\ u_r(t) \end{bmatrix} \in \mathbf{R}^r, \quad h = \text{const.}$$

Соответствующие элементы матриц $A_{11} \in \mathbf{R}^{n \times n}$, $A_{12} \in \mathbf{R}^{n \times m}$, $B_1 \in \mathbf{R}^{n \times r}$, $A_{21} \in \mathbf{R}^{m \times n}$, $A_{22} \in \mathbf{R}^{m \times m}$, $B_2 \in \mathbf{R}^{m \times r}$ задают удельный вес каждого компонента отрасли, инвестиционной программы, управленческой политики в процессе формирования рынка высокотехнологичной продукции, описываемом предложенной дифференциально-алгебраической системой с запаздыванием.

Начальные условия для системы зададим в виде $V(h) = V_h$, $I(\tau) = \psi(\tau)$, $\tau \in [0, h)$.

Анализ сложных производственно-экономических систем с целью прогнозирования их поведения на основе моделей, построенных с по-

мощью дифференциально-алгебраических систем с последствием, приводит к ряду задач качественной теории управления: построению аналитических решений, задачам относительной управляемости, точечной управляемости систем и др.

*О.Г. Пташинский, ассистент
БГЭУ (Минск)*

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КЛИЕНТ/СЕРВЕР

В работе приводится математическая модель, описывающая процессы взаимодействия в системе клиент/сервер, а также дается инструментарий для исследования таких систем. Предлагаемый подход позволяет исследовать сложные системы, такие, например, как системы обслуживания в банках, взаимодействия с Web-серверами в системах дистанционного обучения, документооборота и ряд других систем.

Рассмотрим процесс взаимодействия в системе клиент/сервер с точки зрения функционирования двух основных подсистем (клиента и сервера). Эти две системы в любой момент времени t могут находиться в одном из своих состояний X_0, X_1, \dots, X_n . Таким образом, каждая из подсистем, как клиента, так и сервера, характеризуются векторами внутреннего состояния подсистемы X_i, X_j , т.е. количеством необработанных запросов в подсистемах i и j соответственно. Взаимодействие подсистем характеризуется векторами интенсивности перехода системы из состояния j в состояние i — W_{ji} и интенсивности перехода системы из состояния i (реакции сервера на запросы клиента) в состояние j — R_{ij} соответственно.

Процесс выполнения запроса k -го вида от j -й подсистемы к i -й можно описать системой дифференциальных уравнений (1):

$$\begin{aligned} \dot{x}_j^k &= -W_j^k(x_j, T_j, n_j)x_j^k + R_{ij}^k(x_i, T_i, n_i)x_i^k + \xi_j, \\ \dot{x}_i^k &= -R_{ij}^k(x_i, T_i, n_i)x_i^k + W_j^k(x_j, T_j, n_j)x_j^k + \xi_i, \end{aligned} \quad (1)$$

где x_j^k, x_i^k — количество запросов k -го вида в j -й и i -й подсистемах соответственно, $i = 1, \dots, N_i, j = 1, \dots, N_j, k = 1, \dots, n$; x_j, x_i — вектор размерности n количества запросов в j -й и i -й подсистемах соответственно, $i = 1, \dots, N_i, j = 1, \dots, N_j$; $W_j^k(x_j, T_j, n_j), R_{ij}^k(x_i, T_i, n_i)$ — интенсивности перехода системы из состояния j в состояние i и из состояния i (реакции сервера на запросы клиента) в состояние j соответственно; T_j, T_i — вектор размерности n времени, необходимого на обработку запросов x_j, x_i соответственно; ξ_j, ξ_i — интенсивности запросов к подсистемам j и i соответственно; n_j, n_i — вектор размерности n характеризующие параллелизм процесса обработки запросов x_j, x_i соответственно; N_j, N_i — количество подсистем j -го и i -го видов; n — количество видов запросов в системе.

Представленная математическая модель позволяет провести исследование процессов, происходящих в системах клиент/сервер, проана-