

## ОДИН ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В. ЛЕОНТЬЕВА

### **Герасимов Николай Александрович**

кандидат технических наук, доцент кафедры информатики РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова»,  
117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: gera01@ya.ru

В статье разработан и описан вариант структуры многомерного хранилища данных (в виде куба) для хранения и анализа результатов экономической модели, представленной группой экспертов под руководством лауреата Нобелевской премии Василия Леонтьева. Глобальная модель мировой экономики, построенная на макроэкономических показателях по схеме «затраты – выпуск», позволяет конструировать различные сценарии экономического развития. Результаты сценарных расчетов помещаются в специальное хранилище данных в концепции многомерного куба. Построение такого хранилища модельных макроэкономических показателей позволяет расширить аналитическую функциональность модели Леонтьева. Предложенный подход к организации результатов многовариантного моделирования сложных экономических объектов основан на использовании эффективного OLAP-режима систем класса Complete Analysis System.

*Ключевые слова:* хранилище данных, многомерное хранилище, модель мировой экономики, Василий Леонтьев, OLAP-системы, полный анализ, комплексный анализ.

## DATA STORAGE FOR V. LEONTIEV'S MODEL OF GLOBAL ECONOMY

### **Gerasimov, Nikolay A.**

PhD, Assistant Professor of the Department for Information Science of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997,  
Russian Federation.

E-mail: gera01@ya.ru

The article designed and depicted a variant of the structure for multidimensional data storage (as a cube) to store and analyze results of the economic model presented by a group of experts headed by the Nobel Prize Winner Vasily Leontiev. The global model of world economy built on macro-economic indicators according to the scheme 'costs – output' gives an opportunity to design different scenarios of economic development. The results of scenario calculations are placed in a special data storage in the concept of multidimensional cube. Construction of such a storage of model macro-economic indicators will allow experts to extend analytical functionality of Leontiev's model. The proposed approach to organizing results of multi-

variant modeling of complicated economic objects is based on using the efficient OLAP – mode of the Complete Analysis System.

*Keywords:* data storage, multidimensional storage, model of world economy, Vasiliiy Leontiev, OLAP-systems, complete analysis, complex analysis.

В конце 70-х гг. прошлого столетия группой экспертов ООН под руководством лауреата Нобелевской премии В. Леонтьева опубликован доклад «Будущее мировой экономики», посвященный решению проблемы уменьшения разрыва между экономическими уровнями развитых и развивающихся стран. На основе сложной математической модели ими был выполнен многовариантный прогноз структурных изменений мировой экономики. В этой уникальной модели весь мир дезагрегирован на 15 региональных блоков, подразделяемых в свою очередь на 45 секторов экономической деятельности. Каждый блок описывался 175 уравнениями с помощью 269 переменных [3].

В основу модели положена экономическая схема «затраты – выпуск», которая является универсальным, широко применяемым инструментарием экономической науки. Эта схема позволяет анализировать условия внутренней увязки параметров хозяйства и устанавливать, какие пропорции обеспечивают бесперебойность и надежность процесса воспроизводства. Одним из главных критериев модели является требование отсутствия дефицита и условие не производить лишнюю избыточную продукцию. Предложенный В. Леонтьевым инструментарий модели позволяет строить различные сценарии развития мировой экономики и представлять результаты моделирования в виде сложных иерархических таблиц, использование которых в дальнейших экономических исследованиях довольно затруднено.

Для повышения эффективности применения результатов модели ООН предлагается представить их в виде аналитического многомерного куба, структура которого определяется классификацией параметров, заложенных в базовой экономиче-

ской модели. Применение концепции многомерных хранилищ для размещения данных со сложной иерархической структурой является инновационным направлением использования современных BI- и OLAP-технологий в аналитике.

В отчетном докладе ООН страны мира (в модели 170 стран) классифицированы по уровню развития: развитые страны с высоким уровнем дохода на душу населения, развивающиеся с богатыми ресурсами и развивающиеся с бедными ресурсами.

Экономические данные стран разделены на 15 географических регионов и 4 группы специального агрегирования (мир, развитые страны, развивающиеся страны с богатыми ресурсами и развивающиеся страны с бедными ресурсами).

Это дает возможность как производить сравнение регионов в целом с миром, так и выделять различные части этих регионов, а также получать выборки по отдельным странам. Страны также классифицируются по уровню дохода на душу населения: высокий, средний и низкий.

В рассматриваемой модели экономические показатели распределены на 12 групп деятельности (табл. 1) и 10 групп отраслей (табл. 2). На основании проработанной классификации показателей построена модель многомерного куба, структура которого для наглядности представлена в виде реляционной модели типа «снежинка» (рис. 1).

Под многомерным кубом здесь понимается такая информационная конструкция хранилища, которая позволяет быстро и эффективно получать из базовой таблицы фактов (fact table) куба, используя таблицы измерений (dimension), различные срезы (slices) – аналитические отчеты (т. е. двумерные или иерархические таблицы).

Таблица 1  
Группы экономической деятельности

Номер группы	Наименование деятельности
1	Потребление и население
2	Международные операции
3	Инвестиции и капитал
4	Деятельность по снижению загрязнения среды
5	Чистый совокупный выброс
6	Добыча и ресурсы
7	Кумулятивный объем добычи ресурсов на конец периода
8	Уровень производства
9	Рыба
10	Экспорт
11	Импорт
12	Чистый экспорт ресурсов

Таблица 2  
Группы экономических показателей

Номер группы	Наименование показателя
1	Макропоказатели
2	Машиностроение
3	Добывающая
4	Строительство
5	Транспорт и связь
6	Товары народного потребления
7	Сельское хозяйство
8	Нефтехимия
9	Торговля
10	Прочие

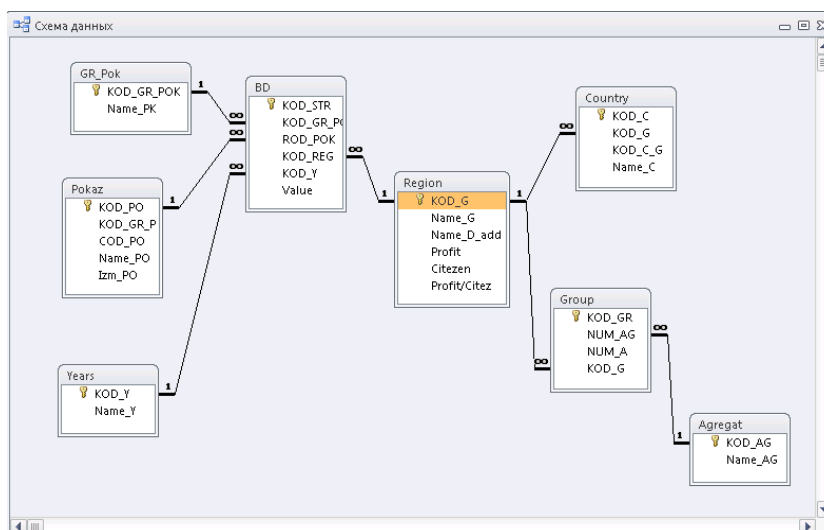


Рис. 1. Фрагмент схемы типа «снежинка» для модели ООН В. Леонтьева:

BD – таблица фактов, в которой содержатся фактические экономические данные и «суррогатные» ключевые поля для связи с таблицами-«измерениями» (Dimension); Pokaz – таблица показателей; GR\_Pok – группировка показателей; Years – годы; Region – список регионов; Country – страны; Group – группы стран; Agregat – название агрегатов

Поскольку все данные модели представлены в исходных иерархических Excel-таблицах, разработана схема процесса их трансформации и загрузки данных в хранилище на языке высокого уровня VBA.

Процесс трансформации и загрузки данных (Extract, Transform and Load – ETL-процесс) данных в куб можно отобразить блок-схемой (рис. 2).

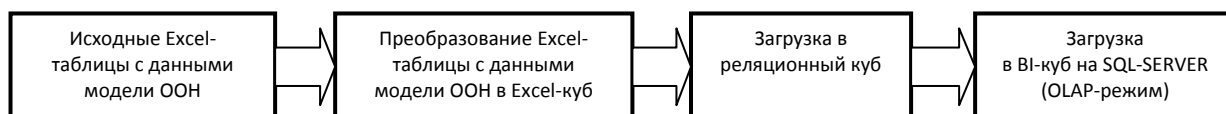


Рис. 2. Структура процесса ETL для модели ООН

Положительный момент такого подхода заключается в том, что уже на этапе создания реляционного куба появляется реальная возможность с помощью перекрестных (Cross) SQL-запросов легко получать принципиально новые выходные данные из базовой модели ООН, тем самым значительно расширив границы аналитического функционала модели сложной экономиче-

ской модели. Пример такого аналитического запроса на языке SQL показан ниже. Запрос формулируется следующим образом: выбрать данные по регионам с кодом = 1 (Северная Америка) и кодом = 2 (Латинская Америка) и по групповому показателю с кодом = 11 (импорт) и выдать таблицу в форме среза «показатель – годы»:

```

TRANSFORM Sum(BD.Vvalue) AS [Значение]
SELECT Pokaz.KOD_GR_POK, Pokaz.Name_PO AS [Наименование параметра]
FROM Years INNER JOIN (Regions INNER JOIN ((GR_Pok INNER JOIN BD ON
GR_Pok.KOD_GR_POK=BD.KOD_GR_POK) INNER JOIN Pokaz ON
(GR_Pok.KOD_GR_POK=Pokaz.KOD_GR_POK) AND (Pokaz.KOD_POK=BD.NUM_POK)) ON Re-
gions.KOD_REG=BD.KOD_REG) ON Years.KOD_Y=BD.KOD_YEAR
WHERE Regions.KOD_REG IN (1,2) AND Pokaz.KOD_GR_POK IN (11)
GROUP BY Pokaz.KOD_GR_POK, Pokaz.Name_PO
PIVOT Years.Name_Y;
    
```

Результаты созданного SQL-запроса показаны в табл. 3. В данном запросе легко изменить номера регионов и номера показателей в условии запроса (ключевое слово

WHERE...), а также добавить новые условия и ограничения и получить нужные результаты для анализа стратегий развития экономики нужного региона или страны.

Таблица 3

**Вывод показателей по импорту (группа деятельности 11)  
для регионов 1 и 2 (Северная и Латинская Америка) – фрагмент**

Наименование параметра	1970	1980	1990	2000
Автомобили	11,5	19,8	35	63,5
Бумага	2,2	3,9	5,7	9,4
Древесина и пробка	1,3	2,4	2,9	4,1
Другие транспортные средства	0,3	0,5	1,1	2,1
Зерновые	5	7,2	13,5	22,9
Инструмент	1,4	2,6	4,7	8,1
Каучук и резина	0,4	0,7	1,2	2,2
Корнеплоды	1	1,3	1,8	2,1
Культуры с высоким содержания протеина	1,7	2,3	3,3	4,4

Дальнейшее развитие аналитических инструментов на основе использования многомерного хранилища данных может происходить с использованием различных внешних для хранилища оболочек типа OLAP-браузеров, которые позволяют в режиме Drag-And-Drop с помощью манипулятора мышки формировать и конфигурировать сложные условия аналитических срезов в выходных данных модели ООН. Такие инструменты широко распространены в системах табличной обработки информации Excel и Calc OpenOffice. Пример построения аналитического среза,

аналогичного вышеприведенному запросу, показан на рис. 3. Манипулируя переносом параметров в столбцы и строки макета Excel – сводного отчета, можно легко и быстро получать требуемые аналитические срезы на основе построенного хранилища данных и тем самым повысить эффективность аналитического процесса. Перегрузка реляционной схемы многомерного хранилища типа «снежинка» в среду BI Analysis Services фирмы Microsoft позволяет перейти на качественно новые инструменты выполнения аналитических процедур. При этом повышается быстродействие

подготовки отчетов и появляется возможность строить более удобные приложения на базе языка запросов к многомерным

хранилищам данных MDX и языка программирования Python [2].

	A	B	C	D	E	F	G
1	Сумма по полю V	Name					Общий итог
2	Name_PO	KOD_Gr	1970	1980	1990	2000	
3	Автомобили	11	10,8	18,2	30,6	47,8	107,4
4	Автомобили Итого		10,8	18,2	30,6	47,8	107,4
5	Бумага	11	1,9	3,4	4,6	6,5	16,4
6	Бумага Итого		1,9	3,4	4,6	6,5	16,4
7	Древесина и проб	11	1,2	2,2	2,6	3,3	9,3
8	Древесина и пробка Итого		1,2	2,2	2,6	3,3	9,3
9	Другие транспорт	11	0,1	0,2	0,4	0,7	1,4
10	Другие транспортные средст		0,1	0,2	0,4	0,7	1,4
11	Зерновые	11	1,3	1,6	2,2	2,8	7,9
12	Зерновые Итого		1,3	1,6	2,2	2,8	7,9
13	Инструмент	11	1,2	2	3,4	5,1	11,7
14	Инструмент Итого		1,2	2	3,4	5,1	11,7
15	Каучук и резина	11	0,4	0,6	1	1,5	3,5
16	Каучук и резина Итого		0,4	0,6	1	1,5	3,5
17	Корнеплоды	11	0,4	0,5	0,5	0,5	1,9
18	Корнеплоды Итого		0,4	0,5	0,5	0,5	1,9

Рис. 3. Пример OLAP-браузера Excel для модели ООН

Другим популярным средством построения аналитических отчетов для представления результатов моделирования не только в форме таблиц, но и в форме специальных диаграмм, являются инновационные системы – надстройки типа Tableau и QlikView.

В заключение отметим, что разработанный вариант перехода от сложных плоских иерархических таблиц, которые обычно появляются как результат крупных экономических исследований, к многомерным хранилищам данных позволяет значительно повысить эффективность аналитического инструментария и осуществить

переход от локальной аналитики к аналитике класса Complete Analysis. Модель мировой экономики Леонтьева, которая до сих пор используется для различных оценок состояния макроэкономических параметров в ООН, является убедительным тому подтверждением. Описанный выше подход, основанный на использовании эффективного OLAP-режима систем класса Complete Analysis System к организации аналитических процедур, может использоваться и для других экономических приложений, в которых имеются многовариантные результаты решения и сложные данные с иерархической структурой.

#### Список литературы

1. Маккинни У. Python и анализ данных. – М. : ДМК Пресс, 2015.
2. Модель «затраты – выпуск» Леонтьева. – URL: <http://www.iq-coaching.ru/nauchnye-otkrytiya/ekonomika/97.html>
3. The Future of the World Economy. A Unite National Study by Wassily Leontief et al. – New York : Oxford University Press, 1977.

#### References

1. Makkinni U. Python i analiz dannykh [Python and Data Analysis]. Moscow, DMK Press, 2015. (In Russ.).
2. Model' «zatraty – vypusk» Leont'eva [Leontiev's Model 'Costs – Output']. (In Russ.). Available at: <http://www.iq-coaching.ru/nauchnye-otkrytiya/ekonomika/97.html>
3. The Future of the World Economy. A Unite National Study by Wassily Leontief et al. New York, Oxford University Press, 1977.