

OLAP-технологии оперативной информационно-аналитической поддержки организационного управления

Л.Ф. Ноженкова, В.В. Шайдуров

Аннотация. Представлены технологические подходы, направленные на информационно-аналитическую поддержку регионального управления. Созданы новые элементы технологии оперативной аналитической обработки данных, инструментальные средства разработки OLAP-приложений для решения сложных задач на основе управляемых комплексов OLAP-моделей. Описаны средства оперативного геомоделирования в интегрированных системах. Новые технологические и программные средства позволяют в короткие сроки создавать информационно-аналитические системы разного назначения.

Ключевые слова: комплексное OLAP-моделирование, OLAP-машина, обработка данных.

Введение

Информатизация – объективное условие регионального развития в современных условиях. Новые информационные и телекоммуникационные технологии и техника становятся базовыми, а информационная среда наряду с социальной и экологической – новой средой обитания человека [1]. Мы научились производить и накапливать огромные объемы информации. От того, насколько эффективно эта информация будет использоваться управляющими органами, предприятиями и отдельным человеком, зависят и качество управления, и уровень социально-экономического развития нашего общества, и качество жизни людей.

Расширение и углубление процессов региональной информатизации порождает необходимость решения все более сложных задач, требующих оперативной обработки больших объемов информации. Для информационно-

аналитической поддержки организационного управления в современных условиях необходимы новые технологические подходы. К числу наиболее перспективных в этом отношении относится технология оперативной аналитической обработки многомерных данных OLAP (On-line Analytical Processing). В основе OLAP-анализа лежит многомерная модель данных [2]. Многомерная модель позволяет адекватно представить процесс работы с информационными объектами, наглядно описать основные аналитические операции, оптимальным образом построить физическую модель данных для хранения и обработки запросов. OLAP обеспечивает высокую скорость работы с данными при выполнении аналитических операций, наглядное представление результатов и оперативное построение отчетов.

Аналитические OLAP-модули все чаще появляются в составе отечественных и зарубежных финансово-производственных приложений. На

¹ Работа поддержана грантом Президента № НШ-3431.2008.9 «Методы компьютерного моделирования и аналитической обработки данных в системах информационно-телекоммуникационной поддержки регионального управления».

сегодняшний день существует достаточно большое количество программных продуктов, реализующих функции OLAP-анализа. Такие крупные компании, как Hyperion Solutions Corp., IBM, Oracle, Microsoft, Sybase, Panorama Software, Cognos Inc. и другие, ведут разработки в этой области, их решения охватывают практически все существующие задачи. Из отечественных разработчиков следует отметить BaseGroup Labs, Intersoft Lab., а также Институт открытых систем при Ивановском городском энергетическом университете и Институт вычислительного моделирования СО РАН. В программных продуктах реализованы различные способы хранения многомерных структур, средства быстрого извлечения и представления информации, средства быстрого создания приложений. Тенденции развития функциональности в настоящий момент лежат в области создания продуктов класса data mining для постобработки данных, развития средств картографической и трехмерной визуализации данных, веб-сервисов для OLAP-приложений, а также средств, позволяющих расширить область применения OLAP за счет новых подходов к решению сложных прикладных задач.

Наибольшее применение технология OLAP получила в бизнес-среде, где, как правило, решение конкретной аналитической задачи укладывается в рамки запроса. При этом традиционные OLAP-решения малоэффективны в прикладных областях организационного управления, где необходим комплексный анализ данных, связанный с реализацией сложных аналитических алгоритмов. Методы расчета аналитических показателей, решения задач планирования в здравоохранении, образовании, в сфере социальной защиты населения и множестве других прикладных областей представляют собой сложные многошаговые процессы анализа многомерных данных [3,4]. Потребовался новый подход в OLAP-технологии, ориентированный на решение сложных аналитических задач, использующих связные многошаговые расчеты с множеством информационных объектов.

В статье представлены результаты работ по развитию функциональности OLAP-продуктов в рамках нового подхода, названного авторами комплексным OLAP-моделированием. Описаны

средства автоматизации разработки OLAP-приложений для сложных аналитических задач на основе построения управляемых комплексов OLAP-моделей. Представлены методы оперативного геомоделирования результатов OLAP-анализа путем динамического формирования картографических слоев, основанные на динамической связи картографических объектов с многомерными данными OLAP-системы. Описаны оригинальные базовые средства: OLAP-машина, средства интеграции с хранилищем данных, средства быстрого создания приложений.

Новый подход, реализованный в технологии OLAP, и созданные инструментальные программные средства позволяют в короткие сроки создавать информационно-аналитические системы в разных прикладных областях организационного управления.

1. OLAP-моделирование и оперативная поддержка решения сложных задач

Новый подход в OLAP-технологии ориентирован на решение сложных аналитических задач, использующих связные многошаговые расчеты с множеством информационных объектов, представленных многомерными кубами данных. На Рис. 1 схематически показан процесс решения сложной задачи путем реализации комплекса так называемых OLAP-моделей. Термин «OLAP-модель» введен с целью повышения наглядности описания сложных задач путем разложения на более простые [5].

OLAP-модель строится пользователем и несет в себе описательную информацию о решении некоторой аналитической задачи. OLAP-модель M можно представить в виде

$$M = \langle X, G, \Psi(X, G), Q(G), P, O(G) \rangle.$$

Здесь: X – дискретное множество входных данных;

$G = \langle Z, F \rangle$ – гиперкуб – модель логического многомерного представления данных, характеризующаяся двумя наборами параметров: показателями и измерениями;

$Z = \langle z_1, z_2, \dots, z_m \rangle$ – показатели (меры) гиперкуба: каждый показатель представляет множество значений, количественно характеризующих анализируемый процесс;



Рис. 1. Схема построения комплексов OLAP-моделей

$F = \langle f_1, f_2, \dots, f_n \rangle$ – измерения гиперкуба: каждое измерение представляет собой упорядоченное множество значений определенного типа, измерения могут быть организованы в виде составной иерархии.

$\Psi(X, G)$ – функции, описывающие построение элементов гиперкуба G : показателей Z и измерений F , исходя из множества входных данных X .

$Q(G)$ – операции над гиперкубом:
 $Q = \langle C(G, \varphi(Z, \mu(f_i))), S(G, f_i'), D(G, f_1' \dots f_n'), R(G) \rangle$,
 где $C(G, \varphi(Z, \mu(f_i)))$ – агрегирование гиперкуба по иерархии атрибутов выбранного измерения – преобразование G к гиперкубу меньшей мощности за счет агрегирования показателей $\varphi(Z, \mu(f_i))$ с учетом отношения иерархической зависимости $\mu(f_i)$ атрибутов измерения f_i . В качестве функции φ агрегирования показателей могут выступать, например, min, max, сумма и др.

$S(G, f_i')$ – срез гиперкуба G по измерению f_i – операция получения подмножества гиперкуба в результате фиксации подмножества значений f_i' измерения f_i : $S(G, f_i') = \langle Z, F | f_i' \subseteq f_i \rangle$.

$D(G, f_1' \dots f_n')$ – срез гиперкуба G по измерениям f_1, \dots, f_n – операция получения подмножества гиперкуба в результате фиксации подмножеств значений f_1', \dots, f_n' измерений f_1, \dots, f_n соответственно: $D(G, f_1' \dots f_n') = \langle Z, F | f_1' \subseteq f_1, \dots, f_n' \subseteq f_n \rangle$.

$R(G)$ – операция поворота гиперкуба, которая изменяет порядок измерений в гиперкубе.

$P = \langle T, K, L, H, \gamma(T, K, L, H) \rangle$ – модель логического представления результатов вычисления OLAP-модели.

Она включает формы представления результатов модели: T – таблицы, K – кросс-таблицы, L – диаграммы, H – карты и $\gamma(T, K, L, H)$ – операции над ними:

$\gamma(T) \in \{\text{фильтрация, сортировка}\}$,

$\gamma(K) \in \{\text{перемещение, ротация строк и столбцов таблицы, фильтрация, сортировка}\}$,

$\gamma(L) \in \{\text{группировка данных, сортировка, разбиение на сегменты}\}$,

$\gamma(H) \in \{\text{фильтрация}\}$.

Фильтрация представляет собой ограничение выборки данных по условию или набору условий. Сортировка – условие, определяющее упорядочение выборки данных. Перемещение строк и столбцов таблицы – операция изменения местоположения строк и столбцов. Ротация строк и столбцов представляет собой перенос строк и столбцов таблицы из горизонтальной шапки таблицы в вертикальную и наоборот. Группировка данных диаграммы доступна в диаграмме кругового типа, операция предназначена для суммирования всех элементов, чья доля меньше или больше, чем заданное значение. Сортировка диаграммы предназначена для

выявления наибольших и наименьших значений. Разбиение на сегменты для разделения значений диаграммы на "большие, чем" и "меньшие, чем".

$O(G) = \langle D, \alpha(D) \rangle$ – операция сохранения гиперкуба в таблицу агрегатов. Операция применяется к одному из следующих видов представления:

$D = \langle T, K \rangle$, где T – данные в табличном виде, K – данные в виде кросс-таблицы.

$\alpha(D) \in \{\text{преобразование наименований в код, наложение внешних ключей, удаление таблицы агрегатов перед вставкой данных}\}$ – операции по трансформации таблицы агрегатов.

К характеристикам OLAP-модели относятся: мощность измерения, мощность, размерность и объем гиперкуба. Количество элементов измерения есть мощность измерения. Мощность гиперкуба – произведение мощностей его измерений. Объемом гиперкуба называется произведение мощности куба и количества показателей.

OLAP-модель состоит из исходных данных, витрины данных, информационного куба, операций над ним и способов представления результатов вычисления. Важным моментом построения модели является возможность сохранения в источнике данных результатов расчета. Такой подход позволяет применять поэтапный процесс анализа данных, то есть анализировать ранее полученные результаты.

Для автоматизации поэтапного анализа модели объединяются в комплексы (Рис. 2). Перед созданием комплекса моделей задачу необходимо декомпозировать на подзадачи таким образом, чтобы каждая подзадача могла быть представлена OLAP-моделью [5]. В рамках одного расчета модели образуют последовательно выполняемую цепочку, при этом данные, рассчитанные одной моделью, в дальнейшем используются другими моделями. Таким образом, OLAP-модели образуют комплекс моделей, а их связи осуществляются через наследование информации.

Выполнение комплекса аналитических моделей сопровождается так называемым *интерактивным аналитическим экспериментом*, допускающим вмешательство пользователя в выполнение расчета для модификации параметров и настройки отдельной модели.

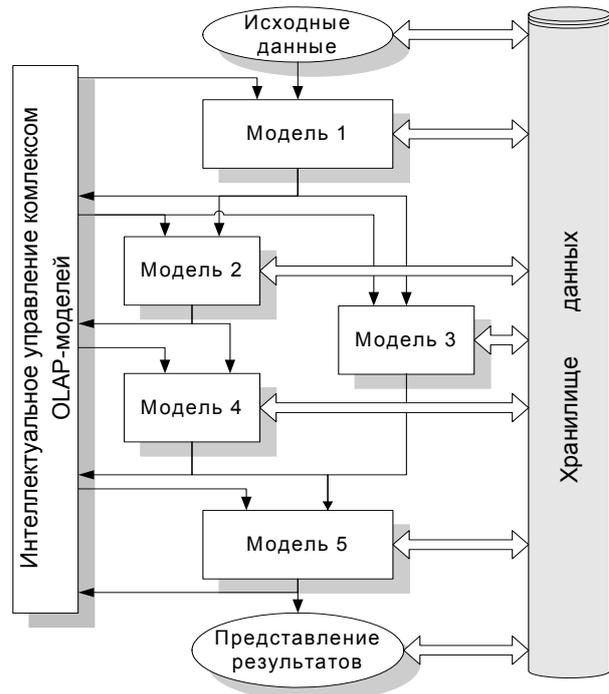


Рис. 2. Схема исполнения комплекса OLAP-моделей

На Рис. 3 представлен фрагмент расчета комплекса OLAP-моделей для задачи формирования территориальной программы государственных гарантий оказания бесплатной медицинской помощи жителям Красноярского края [6]. Это задача ежегодного планирования объемов и видов медицинской помощи в регионе. Для автоматизации этого процесса построено более сорока OLAP-моделей. Формирование территориальных программ требует многовариантных расчетов и балансировки показателей, рассчитываемых OLAP-моделями.

Чтобы повысить наглядность построения и расчета комплексов OLAP-моделей для сложных задач, обеспечить управление расчетами и многовариантные расчеты, разработаны средства метаописания комплекса моделей с применением онтологии [6].

Онтология комплекса OLAP-моделей имеет вид

$$U = \langle W, R, U, V \rangle,$$

где W – описание моделей, R – отношения между моделями, U – условия применения и коррекции моделей, V – условия альтернативного выбора модели.

Рассмотрим основные элементы модели знаний.

Описание OLAP-модели M задается в виде кортежа:

M : <витрина данных>; <назначение модели>; <результат>.

Описание каждой модели M в базе знаний формируется автоматически, с помощью специально разработанного программного обеспечения, на основе системного описания модели, которое формируется в процессе ее интерактивного создания.

Основной вид отношений между правилами – отношение информационной зависимости моделей $M_1 \rightarrow M_2$ – используется для построения цепочек расчета OLAP-моделей. Дополнительно могут использоваться отношения альтернативности моделей, информационной независимости и др.

Условия применения моделей описываются с помощью правил следующего вида.

R_1 : ЕСЛИ $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ТО ВЫПОЛНИТЬ M / ИЗМЕНИТЬ M

Здесь R_1 – уникальное в базе знаний имя правила. x_1, x_2, \dots, x_n – показатели, заданные как результаты расчета какой-либо модели либо заданные в витрине как исходные данные. Каждый показатель представляет собой многомерный

куб, описанный в витрине данных соответствующей OLAP-модели. Предикат P задается в виде логико-лингвистического выражения. Операция **ВЫПОЛНИТЬ** M в правой части правила R_1 интерпретируется как выполнение расчета OLAP-модели M . Если в процессе логического вывода правило R_1 применяется, это приводит к расчету показателей – результатов модели M . Как следствие, должны быть пересчитаны все информационно зависимые OLAP-модели. Операция **ИЗМЕНИТЬ** M в правой части правила интерпретируется как переход к интерактивному процессу коррекции модели M .

В качестве примера рассмотрим правило:

$R1$: ЕСЛИ (Объем финансирования расчетный < Объем финансирования выделенный) И (Нормативы объемов помощи на тысячу населения \leq Нормативы объемов помощи на тысячу населения РФ) ТО ВЫПОЛНИТЬ Увеличить обеспеченность медпомощи в сельских районах

Интерпретация этого правила заключается в том, что многомерные показатели *Объем финансирования расчетный*, *Объем финансирования выделенный*, *Нормативы объемов помощи*

Террито...	Профил...	Функция койки всего омс и бюджет (факт)	Число коек всего омс и бюджет (факт)	Число пролеченных больных всего омс и бюджет (предложение)	Число койко-дней всего омс и бюджет (предложение)
Абанский		282.84	211.00	5 136.00	55 099.00
Ачинск		322.27	1 080.00	25 430.00	308 315.00
Ачинский		454.59	102.00	1 500.00	21 416.00
Балактинский		294.24	200.00	4 130.00	36 801.00
Березовский		322.59	143.00	3 865.00	43 983.00
Бирюлюкский		293.96	116.00	2 371.00	28 267.00
Боготол	Гинекологическ...	318.29	34.00	708.00	7 292.00
	Для беременных и рожениц	170.46	13.00	400.00	2 800.00
	Для производства абортгов	241.00	3.00	296.00	562.00
	Инфекционные	215.52	27.00	570.00	5 450.00
	Неврологические	323.04	27.00	380.00	6 726.00
	Патологии беременности	291.73	11.00	200.00	2 400.00
	Патология новорожденных	266.00	1.00	0.00	0.00
	Педиатрические	337.76	29.00	635.00	8 001.00
	Терапевтические (общие)	330.34	87.00	1 302.00	19 921.00
	Хирургические г...				

Рис. 3. OLAP-модели в задачах анализа и планирования медицинской помощи в здравоохранении

на тысячу населения, *Нормативы объемов помощи на тысячу населения РФ* скалярно сравниваются по измерениям – в данном случае по видам и профилям медицинской помощи. Действие в правой части правила заключается в выполнении OLAP-модели *Увеличить обеспеченность медпомощи в сельских районах*.

Алгоритмы формирования и расчета комплексов OLAP-моделей реализованы на основе использования представленного в базе знаний онтологического метаописания OLAP-моделей. Управление процессом расчета выполняется на основе правил, а также с учетом действий пользователя. Пользователь может интерактивно изменить или заменить любую OLAP-модель, вследствие чего изменяется системное представление OLAP-модели. Пользователь также может изменить условия ее применения, изменив метаописание в базе знаний. Процедура логического вывода учитывает оба варианта. При этом автоматически исследуются возможные изменения расчета и строятся новые цепочки моделей для расчета показателей.

Методика управления OLAP-моделированием дает возможность наглядно представлять процесс построения и выполнения комплекса OLAP-моделей, редактировать алгоритм расчета и интерактивно управлять процессом.

Представленные средства позволяют автоматизировать не только расчетные задачи, но и реализовать эвристические и эмпирические методы, например, согласование результатов расчета нормативов объемов медицинской помощи и нормативов финансирования в планировании медицинской помощи.

2. Архитектура OLAP-машины

2.1. OLAP-машина

Ядром системы оперативной аналитической обработки данных является OLAP-машина, которая представляет собой механизм выполнения запросов пользователя на выборку многомерной информации и изменения ее представления [7]. От архитектуры OLAP-машины зависит и уровень решаемых аналитическим инструментом задач, и степень свободы пользователя при решении этих задач.

Предложена и реализована оригинальная архитектура OLAP-машины, отличительными особенностями которой являются: выполнение нерегламентированных запросов пользователя, использование встроенного языка программирования для расчета значений аналитических объектов; возможность использования составных иерархий в качестве измерений. Выполнение нерегламентированных запросов осуществляется за счет применения собственного генератора SQL-запросов.

В процессе создания OLAP-машины реализовано функционирование OLAP-компонент, выполняющих различные операции над многомерным массивом данных. Предложены структуры данных и алгоритмы, позволяющие совместить эффективное потребление памяти и высокую скорость выполнения операций. Рассмотрены различные модели хранения иерархий и иерархических измерений. Предложены структура данных и алгоритм, позволяющие работать с составной иерархией. Составная иерархия позволяет упорядочить информационные объекты одновременно по нескольким свойствам.

На Рис. 4 схематично представлен процесс функционирования разработанной OLAP-машины. Поданный на вход OLAP-запрос проходит четыре уровня обработки, прежде чем будет представлен пользователю. На первом уровне производится сбор описательной информации. В эту информацию включен сам запрос, то есть перечень интересующих пользователя аналитических объектов – измерений и показателей, схема данных, на которой эти аналитические объекты определены, а также функции, определяющие измерения и показатели. Собранный на первом уровне информация поступает на уровень данных OLAP-машины, в задачу которого входит получение линейного массива данных. Для этих целей на основе описательной информации OLAP-машина формирует SQL-запрос. После исполнения запроса СУБД в OLAP-машину поступает выборка данных, которая при необходимости дополняется расчетными элементами. Для выполнения расчета используется встроенный в OLAP-машину интерпретатор языка программирования. Наличие интерпретатора обеспечивает гибкость в определении измерений и показателей, а также

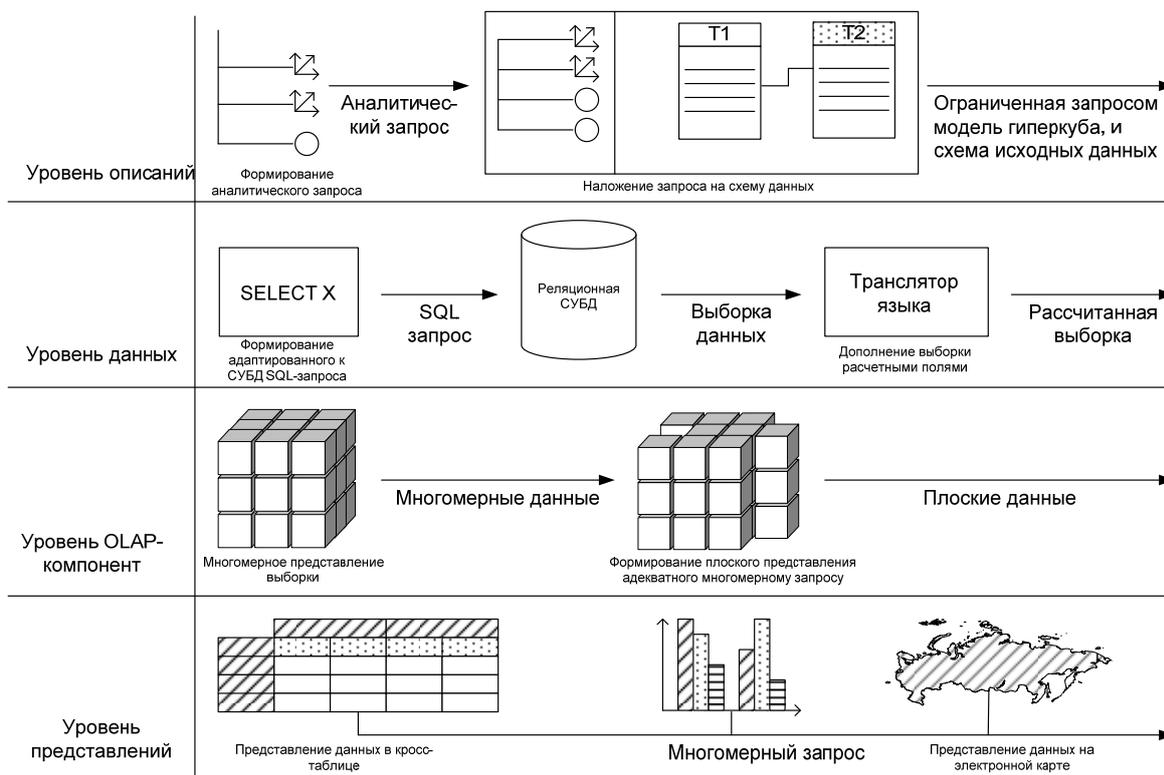


Рис. 4. Архитектура OLAP-машины

практически полную независимость от функциональности конкретной СУБД. На третьем уровне линейный массив данных загружается в многомерную структуру, которая в свою очередь реализует выполнение OLAP-операций и формирования плоского представления результатов оперативной обработки для отображения пользователю. Уровень представлений обеспечивает отображение информации и взаимодействие с пользователем. Посредством конкретного представления пользователь получает возможность воздействия на OLAP-машину для выполнения операций над многомерным массивом данных.

За счет использования встроенного генератора SQL-запросов поддерживается выполнение нерегламентированных запросов пользователя, а наличие интерпретатора языка программирования позволяет использовать как встроенные, так и собственные функции обработки.

Центральным звеном OLAP-машины являются OLAP-компоненты, представляющие собой скрытый от пользователя механизм выполнения операций над многомерным массивом данных.

Разработана модель составной иерархии со «сложным оглавлением», являющаяся расширением «составной» иерархии с применением оглавления. Иерархическая структура, построенная с использованием сложного оглавления, не имеет ограничений на количество уровней вложенности и позволяет размещать элементы информационных объектов в любых узлах дерева. Использование иерархий в качестве измерений многомерного куба потребовало применения специальных структур данных и алгоритмов, направленных, в первую очередь, на уменьшение временных затрат.

2.2. Функции хранилища данных

Для поддержки связанных многошаговых аналитических расчетов расширен функциональный состав хранилищ данных [8]. Введены новые конструктивные элементы, выполняющие функции поддержки связанных многошаговых аналитических расчетов: OLAP-модель, сложное иерархическое измерение, таблица расчетных значений (агрегатов) и группа отчетных форм.

Применение оригинальных технологических компонентов позволило выполнять сложные многошаговые аналитические расчёты (Рис. 5). На первом шаге на вход аналитического инструмента поступают исходные обрабатываемые данные. Далее идёт последовательное выполнение шагов расчёта, параметры которых описаны в репозитории хранилища в виде аналитических моделей. Взаимодействие аналитических моделей между собой происходит путём передачи через хранилище информации в форме таблиц агрегатов и данных репозитория.

Выполнение многошагового расчёта сопровождается *интерактивным аналитическим экспериментом*, который дает возможность вмешательства пользователя в выполнение расчёта для модификации параметров и настройки OLAP-модели. Процесс формирования каждой модели сопровождается взаимодействием пользователя со средствами управления хранилищем. На любом этапе построения OLAP-модели возможен возврат к более ранним этапам. Таким образом, предложенная функциональность централизованного хранилища данных обеспечивает расчёт сложных аналитических методик, свойственных задачам организационного управления.

Для управления ресурсами централизованного хранилища данных создана система «Менеджер хранилища данных». Основными функциями системы являются создание и модификация базовых объектов хранилища, их информационное наполнение, формирование витрин данных для решения прикладных задач, ведение репозитория, обеспечение возможности удобной навигации по таблицам и быстрого поиска информации, разделение прав доступа к данным хранилища. Между системой «Менеджер хранилища» и OLAP-системой «Аналитик» реализована глубокая интеграция на уровне прямого использования функций доступа к элементам хранилища данных и к репозиторию. Хранилище данных позволяет наиболее полно реализовать возможности аналитической системы.

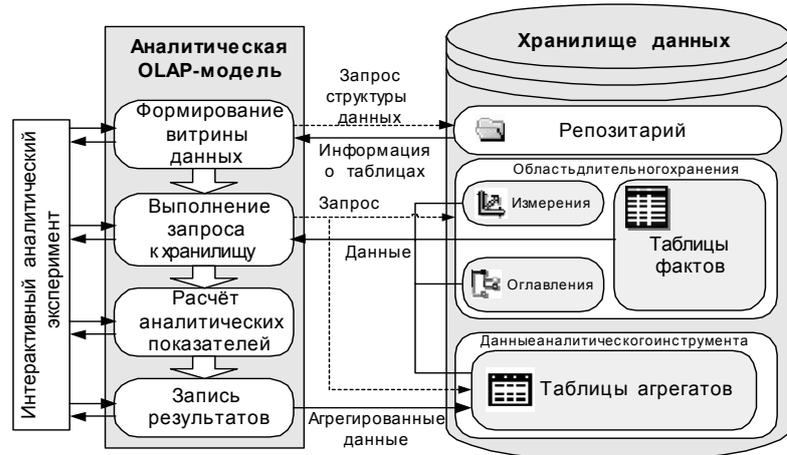


Рис. 5 – Поддержка OLAP-моделирования

2.3. Средства быстрого создания OLAP-приложений

Разработаны средства создания OLAP-приложений с адаптированным для специалистов предметной области интерфейсом. Инструментарий разработки адаптированных интерфейсов позволяет разрабатывать ориентированные на конкретную задачу OLAP-приложения на основе инструментального ядра, полностью ограждая пользователя от сложной внутренней организации и сохраняя при этом весь функционал системы. Важным требованием к разрабатываемым приложениям является отражение специфики и традиций конкретной предметной области, включая создание и применение словаря.

Разработка экранной формы производится при помощи средств визуального проектирования, состоящих из шаблона формы, палитры компонент, инспектора объектов и редактора скрипта.

На Рис. 6 представлено OLAP-приложение «Анализ демографических процессов» [9], на Рис. 7 – OLAP-приложение «Здоровье матери и ребенка» [10].

Рис. 8 иллюстрирует применение формульного интерфейса в OLAP-приложении «Расчет тарифов на медицинские услуги» [11]. Средства формульного интерфейса дают возможность пользователю описать задачу для OLAP-системы в виде системы формул.

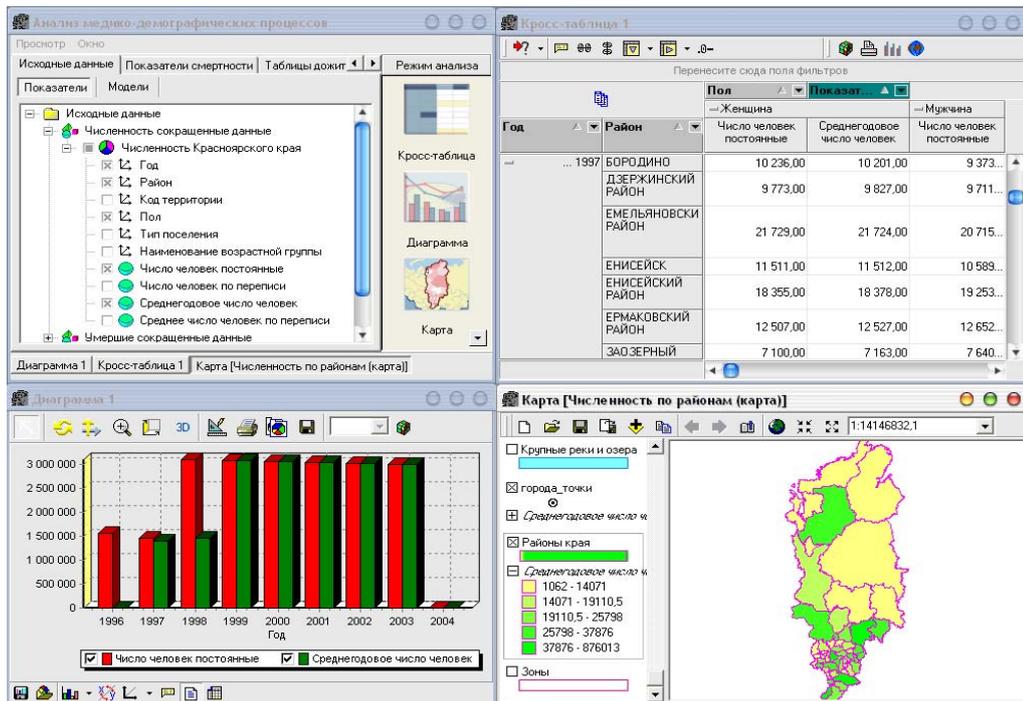


Рис. 6. Интерфейс OLAP-приложения «Анализ демографических процессов»

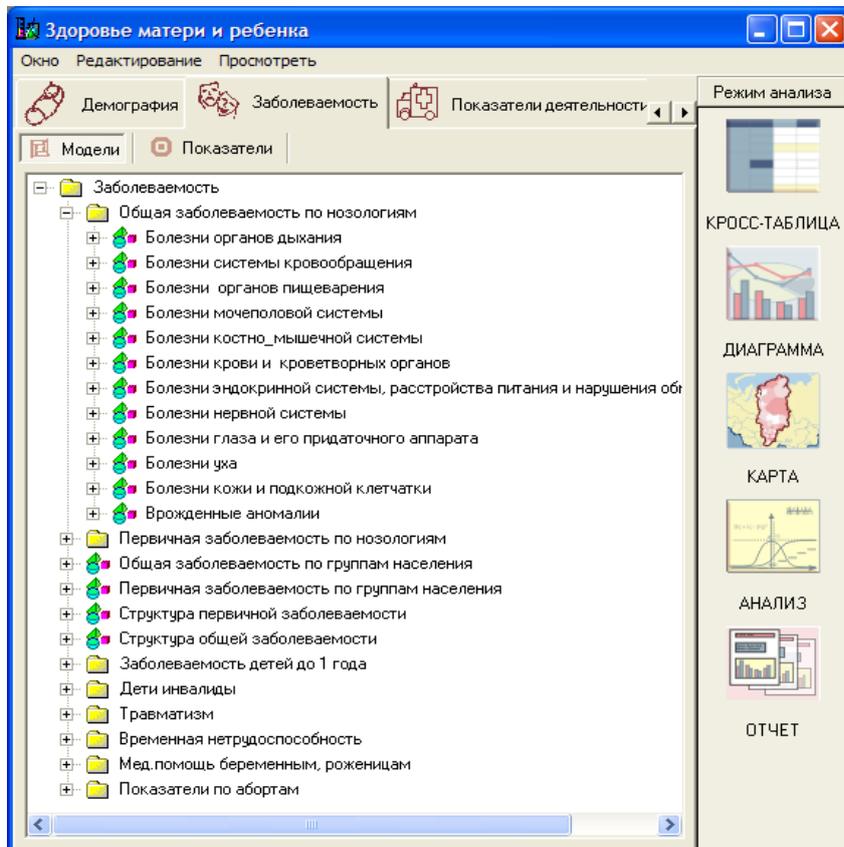


Рис. 7. Интерфейс OLAP-приложения «Здоровье матери и ребенка»

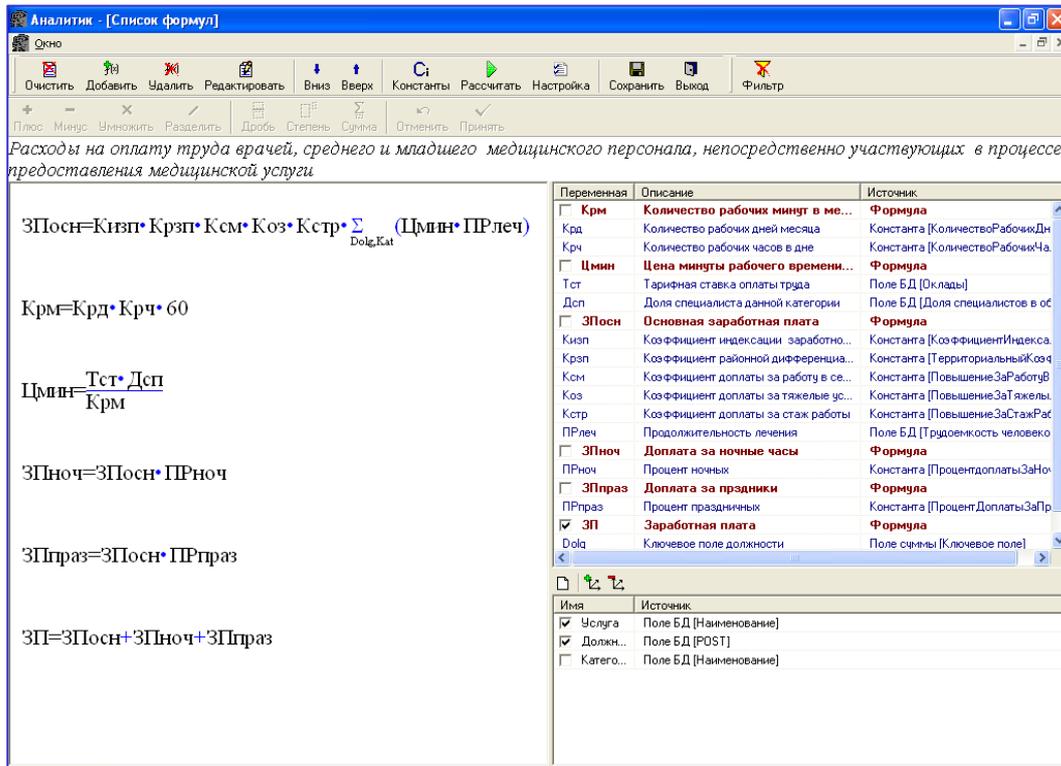


Рис. 8. Формульный интерфейс формирования OLAP-модели

3. Средства оперативного геоинформационного моделирования в OLAP

Интеграция геоинформационной системы (ГИС) и OLAP способствует повышению наглядности представления результатов аналитической обработки данных, сочетая ее с геоинформационным моделированием. Возможности динамической связи картографических объектов с многомерными данными существенно расширяют функциональность как OLAP-системы, так и встроенной в систему ГИС [12]. В результате интеграции OLAP-система приобретает дополнительные возможности наглядного представления многомерных данных, ГИС получает мощный блок управления данными на основе OLAP с развитым инструментарием по формированию аналитических запросов.

В основе механизма динамической связи многомерных данных OLAP-системы и пространственной информации ГИС (Рис. 9) лежит картографическая привязка данных, позволяющая устанавливать соответствие между резуль-

татами оперативного аналитического моделирования и географическими объектами.

На основе таблиц из источника данных OLAP-системы осуществляется построение информационного гиперкуба, формируются аналитические объекты, описывающие предметную область: показатели и измерения. Путем картографической привязки данных устанавливается соответствие между территориальными объектами карты и одним из измерений гиперкуба – географическим измерением. Привязка географического измерения осуществляется к одному или нескольким картографическим слоям. Чтобы значения показателя отобразить в виде тематической карты, необходимо построить легенду тех слоев, к объектам которых выполнена картографическая привязка. При построении легенды используются методы тематического картографирования, позволяющие объекты слоя разбить на классы на основе соответствующих значений анализируемого показателя. Для того чтобы на карте различать объекты разных классов, для каждого класса задается ряд настроек отображения: цвет объектов, цвет контура и тип заливки объектов для

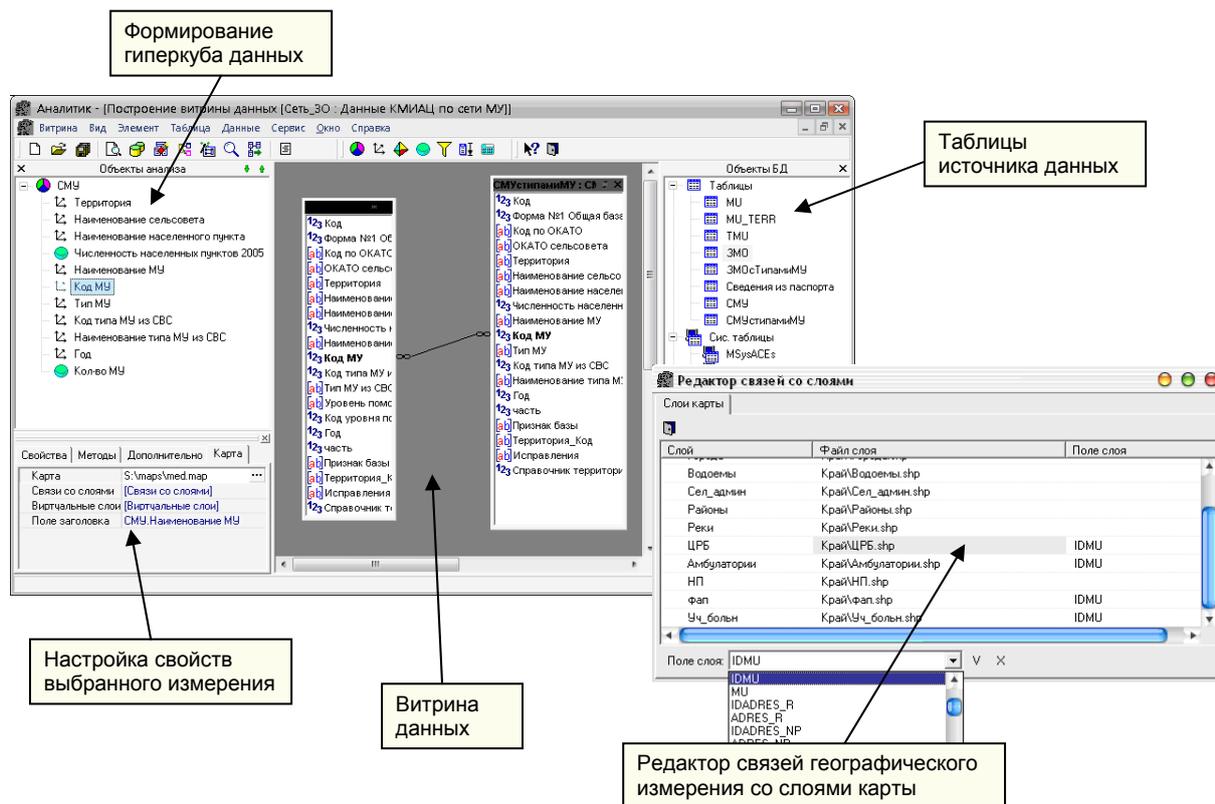


Рис. 9. Реализация динамической связи между OLAP и ГИС

площадного слоя, условное обозначение (символ) объектов для точечного слоя, состояние (видимые, скрытые или мигающие объекты).

Для наглядности представления результатов OLAP-анализа тех слоев, к которым осуществляется картографическая привязка данных, предлагается построить не индивидуальную легенду для каждого слоя, а общую легенду. Наглядность представления результатов при построении общей легенды заключается в том, что появляется возможность визуального сравнения значений показателей для объектов слоев разного типа: точечных, линейных и площадных.

Построенная в результате картографической привязки многомерных данных тематическая карта является отображением значений анализируемого показателя из среза гиперкуба данных по всем измерениям, кроме географического измерения.

В программную реализацию средств оперативного геодекодирования включен блок управления многомерными данными, который включает в себя список аналитических показателей, доступных для построения тематических

карт, а также фильтр многомерных данных. При изменении анализируемого показателя и фиксированных измерений происходит перестроение классов, привязанных к многомерным данным слоев, и выполняется построение тематической карты.

Для реализации оперативной работы с изменяющимися территориальными объектами созданы средства динамического формирования картографических слоев на основе содержимого таблиц из источников данных OLAP-системы и топографических картографических слоев. Для динамического формирования новых картографических слоев разработаны алгоритмы получения пространственной информации, позволяющие найти координаты точек для построения объектов нового точечного, линейного или площадного слоя на основе значений координат таблицы из источника данных OLAP-системы или соответствия объектам слоя из топографической основы карты. Для формирования новых слоев могут быть использованы таблицы агрегатов, содержащие агрегированные данные, прошедшие предварительную обработку.

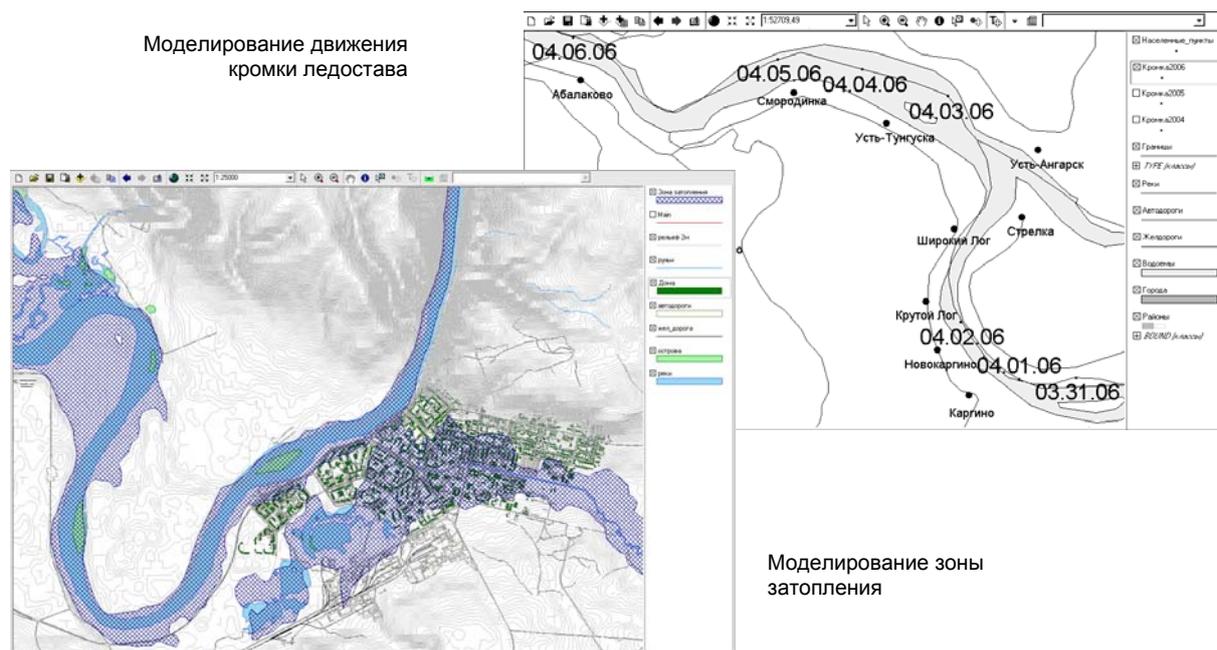


Рис. 10. Примеры применения методов формирования и визуализации картографических слоев в задачах предупреждения чрезвычайных ситуаций

ГИС позволяет производить с динамически сформированными слоями те же операции, что и со слоями из топографической основы карты, включая применение методов тематического картографирования.

На Рис. 10 представлены примеры формирования и визуализации картографических слоев в задачах предупреждения чрезвычайных ситуаций [13]. Для геомоделирования обстановки на реках Красноярского края используются данные гидрологического мониторинга – уровень воды, местонахождение кромки ледостава. Для геомоделирования оперативных данных применяется метод динамического формирования точечного слоя на основе линейного слоя из топографической основы карты – слоя «реки».

Заключение

Представлены новые методы и технологические средства, направленные на решение задач организационного, в частности, регионального управления. Новые технологии и инструментальные программные средства позволяют в короткие сроки создавать информационно-аналитические системы в разных прикладных областях.

Эти исследования доведены до конкретных разработок и внедрения. За последние пять лет

в ИВМ СО РАН выполнено более 30 крупных проектов для органов управления Красноярского края, города Красноярска, для крупных промышленных предприятий.

Например, в ходе создания Единой информационной системы здравоохранения и обязательного медицинского страхования Красноярского края разработаны и внедрены на всей территории края: система автоматизации сбора и анализа медицинских статистических данных "СтатЭкспресс"; системы поддержки формирования медицинских информационных ресурсов (хранилищ данных); инструментальная OLAP-система "Аналитик"; система ведения классификационно-справочных данных; ряд прикладных систем - поддержки деятельности в области охраны материнства и детства; анализа медико-демографических данных; географическая информационная система "Атлас здоровья".

В ходе разработки краевой информационно-управляющей системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций создана интеллектуальная интегрированная система для поддержки управления предупреждением и ликвидацией техногенных аварий. Система ориентирована на работников и руководителей промышленного предприятия, поэтому ее отличительной

чертой является детализация информационных ресурсов и максимальная адаптация к специфике конкретного производства. Разработаны экспертные ГИС «Паводки», «Пожары», предназначенные для поддержки мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Созданы и программно реализованы методики оценивания территориальных рисков.

Литература

1. Карасев А.В., Ноженкова Л.Ф. Перспективы муниципальной информатизации // Федеральный справочник «Информационные технологии и связь в Российской Федерации. 2005-2006 годы. – М.: Центр стратегических программ, 2006. – С. 291-298.
2. E.F. Codd, S.B. Codd, C.T. Salley, «Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate», 1993.
3. Виноградов К.А., Корчагин Е.Е., Никитина М.И., Ноженкова Л.Ф. Информационные технологии в управлении региональным здравоохранением. – Красноярск.: КМИАЦ, 2004. – 312 с.
4. Шайдуров В.В., Ноженкова Л.Ф. Единая информационная система здравоохранения в контексте программы информатизации Красноярского края на 2004-2006 годы // Врач и информационные технологии. – 2004. – № 11.
5. Вайнштейн Ю.В. Планирование медицинской помощи с применением аналитических OLAP-моделей // Вестник Томского государственного университета. Серия "Математика. Кибернетика. Информатика". – Приложение №8470, 9(II). – Томск: ТГУ, 2004. – С. 16-22.
6. Ноженков А.И. Формирование территориальных программ медицинской помощи на основе интеллектуальных средств управления OLAP-моделированием: автореферат диссертации кандидата технических наук: 05.13.01. – Красноярск: ИВМ СО РАН, 2007. – 20 с.
7. Ишенин П.П. Инструментальные средства построения комплексов моделей и аналитических приложений в OLAP-технологии: автореферат диссертации кандидата технических наук: 05.13.11. – Красноярск: ИВМ СО РАН, 2006. – 24 с.
8. Жучков Д.В. Применение технологии хранилищ данных в территориальных органах управления здравоохранением // Материалы IV Всероссийской конференции молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. – Красноярск: ИВМ СО РАН, 2003.
9. Исаева О.С., Шалдыбина К.В. Проблемы построения специализированного хранилища демографических данных // Вестник КГУ, физико-математические науки. – Красноярск: ИЦ КрасГУ. – 2006. – № 1. – С. 222-227.
10. Виноградов К.А., Коробко А.В. Построение информационно-аналитической системы «Охрана материнства и детства» на базе OLAP-компонентов // Материалы IX Всероссийской научно-практ. конф. «Проблемы информатизации региона» ПИР-2005. В 2-х т. – Т.2. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – С. 55-61.
11. Горохова А.В., С.Н. Кочетков Реализация схемы расчета тарифов на стоимость медицинских услуг // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий. Материалы пятой Всероссийской научно-технической конференции. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – С. 259 – 263.
12. Евсюков А.А. Средства оперативного геомоделирования в информационно-аналитических системах: автореферат диссертации кандидата технических наук: 05.13.11. – Красноярск: ИВМ СО РАН, 2007. – 23 с.
13. Ноженкова Л.Ф., Исаев С.В., Ничепорчук В.В., Евсюков А.А., Морозов Р.В., Марков А.А. Средства построения систем поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2008. – №4. – С. 46-54.

Шайдуров Владимир Викторович. Директор Института вычислительного моделирования СО РАН. Окончил Новосибирский государственный университет в 1970 году. Доктор физико-математических наук, профессор, член корреспондент РАН. Лауреат Государственной премии в области науки и техники. Награжден орденом Дружбы, медалью «За трудовую доблесть», Знаком отличия в честь дня Республики Саха (Якутия) «Гражданская доблесть». Имеет 200 печатных работ и 11 монографий. Область научных интересов: вычислительные методы, математическое моделирование, прикладная информатика. Адрес электронной почты shidurov@icm.krasn.ru.

Ноженкова Людмила Федоровна. Заместитель директора Института вычислительного моделирования СО РАН. Окончила Томский государственный университет в 1971 году. Доктор технических наук, профессор. Имеет 164 печатных работ и 3 монографии. Область научных интересов: гибридные информационные технологии, информатизация организационного управления. Адрес электронной почты expert@icm.krasn.ru.