

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

К.Ю. Колыбанов<sup>1</sup>, В.Ф. Корнюшко<sup>1</sup>, М.М. Кулыгина<sup>2</sup>,  
С.Н. Лобанов<sup>3</sup>, И.В. Храпов<sup>4</sup>

*Кафедра информационных технологий (1),  
Информационно-вычислительный центр (2),  
ГОУ ВПО «Московская государственная академия  
тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова»;  
Управление федерального имущества и капитального  
строительства, Федеральное агентство по образованию (3);  
Аналитический центр экономического развития, ГОУ ВПО «ТГТУ» (4);  
igor@admin.tstu.ru*

*Представлена членом редколлегии профессором С.В. Мищенко*

**Ключевые слова и фразы:** визуализация данных; информационная поддержка принятия управленческих решений; многомерная модель данных; многомерные кубы; многомерные модели (гиперкубы); многоуровневая иерархическая структура; OLAP-технологии; первичный бухгалтерский учет; разделение данных на показатели (переменные) и измерения (признаки); реляционные модели; система мониторинга материально-технического оснащения; системы подготовки принятия управленческих решений; технологии хранилища данных.

**Аннотация:** Описан процесс создания многоуровневой информационно-аналитической системы, использующей идеи многомерного анализа данных и направленной на обеспечение управлением материально-техническим оснащением образовательных учреждений.

---

В период с 2002 по 2005 гг. по заданию Рособразования научной группой, собранной из представителей ряда вузов, была разработана и апробирована система мониторинга материально-технического обеспечения (**МТО**) государственных образовательных учреждений. Эта система предназначена для информационной поддержки принятия управленческих решений по совершенствованию и оптимизации материально-технического обеспечения государственных образовательных учреждений. Система разработана по заданию Управления федерального имущества и инвестиций Рособразования. В разработке участвовали Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, Тамбовский государственный технический университет, Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов и Иркутский государственный технический университет.

Информационную основу системы мониторинга составляют данные первичного бухгалтерского учета образовательных учреждений, хранящиеся на инвентарных карточках учета основных средств по форме ОС-6 (рис. 1).

ИНВЕНТАРНАЯ КАРТОЧКА №		УЧЕТА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ В БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ		Форма ОС-6 бюджет. по ОКУД 0504108							
Учреждение (централизованная бухгалтерия)		Структурное подразделение		по ОКПО по КСП							
Источники финансирования		Наименование объекта (полное)		по ОКОФ							
Назначение объекта		Организация-изготовитель		по ОКПО							
Местонахождение объекта		Материально ответственный лицо									
Номер счета, субсчета		Номер объекта (детали)		Инвентарный номер объекта							
Паспорт, членеж (проект, модель, тип, марка)	Номер объекта (детали)	Дата выпуска (изгото- ления)	Дата и номер акта о вводе в эксплуа- тацию	И з н о с							
				по доку- ментам приобре- тения	код годовой нормы	годовая норма	Сумма, руб	Последний год наличия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Реконструкция, модернизация, достройка (бухгалтерская запись)											
Дата	Номер м/о	Сумма, руб	Дата	Номер м/о	Сумма, руб	Дата	Номер м/о	Сумма, руб	Дата	Номер м/о	Сумма, руб
1	2	3	1	2	3	4	5	6	4	5	6

Рис. 1. Карта первичного бухгалтерского учета

Это позволяет, во-первых, не требовать от ВУЗов заполнения каких-либо дополнительных специальных форм документов, а, во-вторых, система дает наиболее достоверную информацию о материально-техническом обеспечении образовательных учреждений, хотя и не избегает ошибок, содержащихся в системе бухгалтерского учета конкретного учреждения.

Система мониторинга имеет пространственное распределение с размещением образовательных учреждений во всех регионах Российской Федерации и реализована в виде многоуровневой иерархической структуры: образовательное учреждение – региональный центр мониторинга – головной центр мониторинга – Управление Рособразования (рис. 2).

Информационно-аналитическую базу системы составляют региональные и головное хранилища данных, реализованные в среде ORACLE.

Применение технологии хранилища данных позволяет реализовать в головном и региональных центрах мониторинга МТО единую информационную систему, необходимую для создания информационной поддержки принятия управленческих решений по развитию и оптимизации материально-технической базы движимого имущества образовательных учреждений. Наряду с этим, данная технология позволяет работать с любыми оперативными базами данных автоматизированных систем первичного бухгалтерского учета, установленными в учреждениях.

Из 4-х основных этапов построения информационной системы: сбор данных, обработка, хранение, принятие решений и визуализация результатов в данной статье решается лишь одна проблема – построение информационной модели для блока принятия решений и визуализации результатов.

В основе этой модели лежит многомерная модель данных, которая является неотъемлемой составляющей OLAP-технологии, разработанной для анализа больших массивов данных с целью поддержки принятия решения. Подобные модели трактуют данные как многомерные кубы, которые являются обобщением электронных таблиц на любое число измерений. Кроме того, кубы поддерживают иерархию измерений и формул без дублирования их определений. Набор соответствующих кубов составляет многомерную базу данных (или хранилище данных).



Рис. 2. Структурная схема системы мониторинга

Кубами легко управлять, добавляя новые значения измерений. В обычном обиходе этим термином обозначают фигуру с тремя измерениями, однако теоретически куб может иметь любое число измерений. На практике чаще всего кубы данных имеют от 4 до 12 измерений. Современный инструментарий часто сталкивается с нехваткой производительности, когда так называемый гиперкуб имеет свыше 10–15 измерений.

Комбинации значений измерений определяют ячейки куба. В зависимости от конкретного приложения ячейки в кубе могут располагаться как разрозненно, так и плотно. Кубы, как правило, становятся разрозненными по мере увеличения числа размерностей и степени детализации значений измерений.

В общем случае куб позволяет представить только два или три измерения одновременно, но может и больше за счет вложения одного измерения в другое. Таким образом, путем проецирования куба на двух- или трехмерное пространство можно уменьшить размерность куба, агрегировав некоторые размерности, что ведет к работе с более комплексными значениями параметров.

Для создания многомерных моделей с учетом основных положений OLAP-технологии предлагается:

1) разделение данных на показатели (переменные) и измерения (признаки), определяющие соответственно состояние и пространство предметной области (материально-технического обеспечения образования);

2) логическое (концептуальное) представление значений показателей в виде многомерных кубов, упорядоченных по измерениям (признакам), по которым анализируются показатели – время, географический регион, группы образовательных учреждений и так далее;

3) неограниченное число и количество уровней иерархических связей между значениями измерений (признаков). Каждое измерение включает направления консолидации данных, состоящие из серии последовательных уровней обобщения, где каждый вышестоящий уровень соответствует большей степени агрегации данных по соответствующему измерению (например, группа образовательных учреждений – образовательное учреждение). Возможность выбора пользователем желаемого уровня детализации информации по каждому из измерений.

Многомерные модели (гиперкубы) рассматривают данные либо как факты с соответствующими численными параметрами, либо как текстовые измерения (признаки), которые характеризуют эти факты.

Измерения – ключевая концепция многомерных баз данных, используются для выбора и агрегирования данных на требуемом уровне детализации, организуются в иерархию, состоящую из нескольких уровней, каждый из которых представляет уровень детализации, требуемый для соответствующего анализа.

Иногда бывает полезно определять несколько иерархий для измерения. Например, модель материально-технического обеспечения образовательных учреждений может группировать образовательные учреждения как по территориальному принципу, так и по их профилю. Несколько иерархий совместно используют один общий самый низкий уровень – «ВУЗ», а модель группирует их в несколько более высоких уровней, таких как город, федеральный округ или группа вузов одного профиля.

Комбинации значений измерений определяют ячейки гиперкуба. В зависимости от конкретного приложения ячейки в кубе могут располагаться как разрозненно, так и плотно. Кубы, как правило, становятся разрозненными по мере увеличения числа размерностей и степени детализации значений измерений.

Авторы предлагают использовать идеи многомерного анализа данных при реализации системы подготовки принятия управленческих решений (**СППУР**) на основе хранилища данных системы мониторинга МТО образовательных учреждений (в качестве его приложения). Хранилище данных системы мониторинга акку-

мулирует данные первичного материального бухгалтерского учета (форма ОС-6 по ОКУД) и относится к базам, содержащим факты как мгновенные снимки, которые моделируют состояние материально-технического оснащения вузов (в части движимого имущества) в определенные моменты времени. Совокупные мгновенные снимки содержат информацию о состоянии материально-технической базы за некоторый отрезок времени.

Как реляционные модели из строк и столбцов, так и многомерные модели кубов являются лишь логическим представлением информации. Для визуализации данных, хранящихся в кубе, применяются, как правило, привычные двумерные, то есть табличные представления, имеющие сложные иерархические заголовки строк и столбцов. Двумерное представление куба можно получить, «разрезав» его поперек одной или нескольких осей (измерений): мы фиксируем значения всех измерений, кроме двух, и получаем обычную двумерную таблицу. Значения, «откладываемые» вдоль измерений, называются метками. Метки используются как для «разрезания» куба, так и для ограничения (фильтрации) выбираемых данных, когда в измерении, остающемся «неразрезанным», нас интересуют не все значения, а их подмножество, например три вуза из нескольких десятков. Значения меток отображаются в двумерном представлении куба как заголовки строк и столбцов.

Использование многомерной модели данных с определенным доступом пользователей к «срезам» данных позволяет разработать один общий интерфейс для анализа данных материального учета образовательных учреждений.

Для анализа многомерных данных о состоянии материально-технической базы образовательных учреждений на основе проведенных исследований были выбраны следующие измерения:

- 1) образовательные учреждения (вузы);
- 2) время;
- 3) виды средств, за счет которых приобретено оборудование (баланс);
- 4) диапазон первоначальной (восстановительной) стоимости оборудования;
- 5) номенклатурные группы оборудования.

Измерения используются для выбора и агрегирования данных карточек аналитического учета ОС-6 (данных-фактов) на требуемом уровне детализации (группировки). Измерения организуются в иерархию, состоящую из нескольких уровней, каждый из которых представляет уровень детализации, требуемый для соответствующего анализа.

Хранилище данных первичного учета движимого имущества, реализованное под управлением реляционной СУБД, представляет собой набор «плоских» таблиц, причем файлы-справочники (справочник образовательных учреждений, ОКОФ, ЕНАО, справочник источников финансирования, отчетных периодов) являются таблицами измерений, а файл данных первичного учета формы ОС-6 представляет собой таблицу фактов.

Структура гиперкуба, агрегирующего данные первичного учета формы ОС-6 для фиксированного финансового года, представлена на рис. 3.

Схема включает таблицу фактов (Fact table) и несколько таблиц с данными об измерениях куба. Указав, какие поля содержат данные, а также, задав свойства измерений и взаимосвязи между ними, получаем структуру куба.

На основе разработанной структуры строится сам гиперкуб. Но отобразить многомерный куб в трехмерном пространстве невозможно. На рис. 4 приведено трехмерное представление четырехмерного гиперкуба. Данные, агрегированные по одному или нескольким измерениям, на срезах которых определены показатели объема основных фондов (в стоимостном и количественном выражениях), практически содержат в себе весь базовый набор показателей оценки состояния МТО. Разные срезы соответствуют разным показателям структуры или динамики. Срезы данных, оформленные в виде электронных таблиц MS Excel, могут использоваться непосредственно для построения статистических графиков и диаграмм.

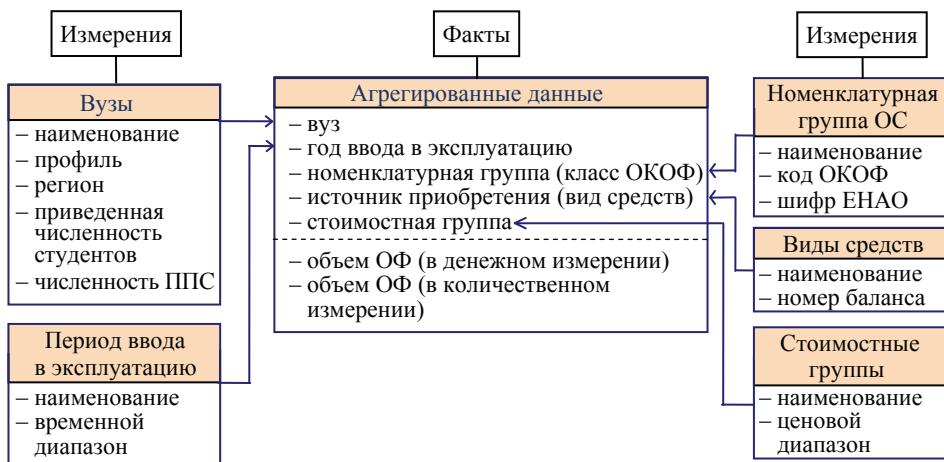


Рис. 3. Схема соединения таблицы фактов и таблиц измерений

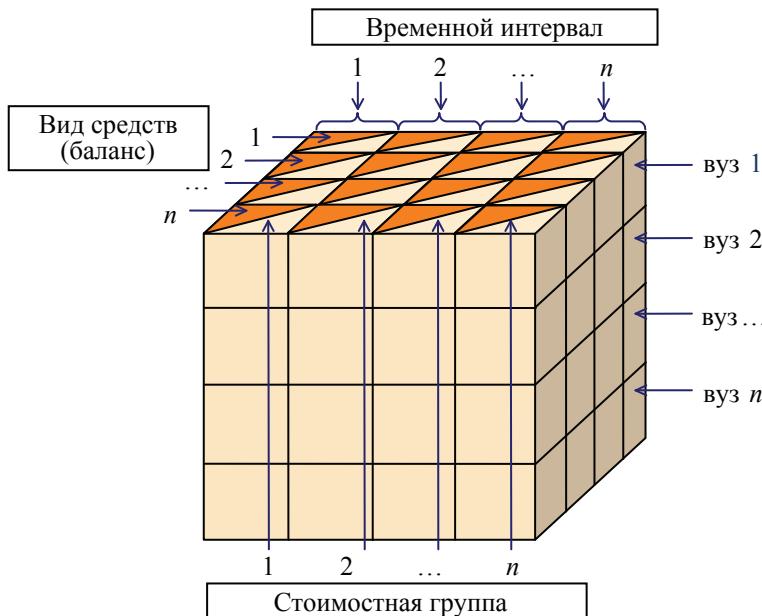


Рис. 4. Графическое трехмерное представление четырехмерного гиперкуба

Предложенная модель была использована для анализа и первоначальной статистической обработки данных первичного учета основных средств, полученных от 83 вузов, относящихся к разным территориальным округам.

Таким образом, с помощью программных запросов были сформированы таблицы агрегированных данных в форматах dbf и MS Excel, соответствующие четырехмерным моделям данных, а также трехмерным и двумерным с итоговыми данными по отсутствующим измерениям. Четырехмерные и двумерные кубы данных были реализованы в виде комбинационных статистических таблиц с комбинированными строками и столбцами.

Таблицы, отражающие четырехмерные модели, построены в измерениях: вуз – стоимость – средства – время. При этом использовалось два вида иерархии для измерения «время»: период ввода в эксплуатацию и год ввода в эксплуатацию. Итоговые таблицы для трехмерных моделей данных построены для измерений:

вуз – стоимость – средства и вуз – время – средства. Двумерные итоговые таблицы построены для измерений: вуз – стоимость и вуз – время. При этом использовалось два вида иерархии для измерения «стоимость»: разные диапазоны для анализа как всего оборудования, так и дорогостоящего. Для информационной поддержки принятия управлеченческих решений система мониторинга содержит модуль анализа состояния движимого имущества образовательных учреждений, включающий блоки формирования экономико-статистических показателей и визуализации результатов анализа.

Для этого собранная информация была обработана и сгруппирована как в целом по всем вузам, приславшим данные, так и по отдельным округам и, что, по нашему мнению, особенно важно, по профилям вузов. Очевидно, что образовательные учреждения различных профилей имеют различную структуру материально-технического оснащения и различную фондооруженность, и эти показатели достаточно сильно отличаются от вуза к вузу (например, очень трудно сопоставлять показатели политехнических и машиностроительных вузов с показателями педагогических и экономических).

Профили вузов были выделены на основе классификатора, используемого в форме отчетности по вузу З-НК.

На рис. 5 приведено количество вузов по профилям, представивших данные для системы мониторинга, и, для сопоставления, общее количество вузов каждого профиля, подведомственных Рособразованию (здесь и далее использованы данные за 2006 г. – это наиболее полная информация, собранная в ходе работы мониторинга).

Ниже даны некоторые результаты обработки, представляющие собой отображение различных срезов информации из хранилища данных (все данные приведены на период с 2000 по 2004 гг., так как по организационным причинам наиболее полная информация была получена нами только на это временной отрезок).

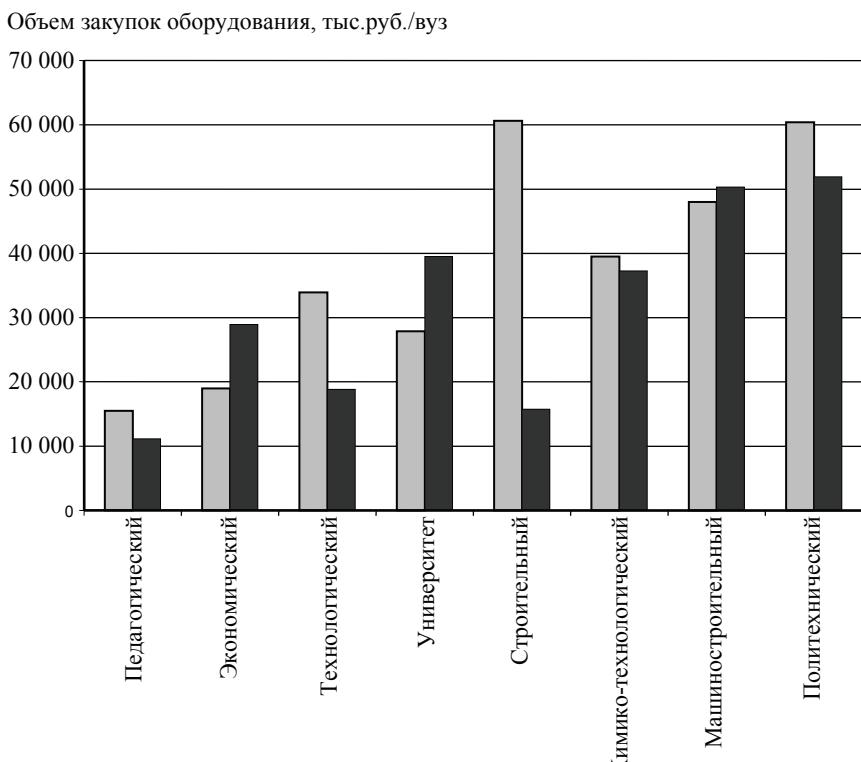
На рис. 6 приведены сведения об объемах закупаемого оборудования (в рублях) за счет бюджетных и внебюджетных средств по профилям вузов. При этом приведены усредненные цифры по всем вузам данного профиля, представившим данные. На рис. 7 даны сведения в разрезе федеральных округов.

Диаграммы, представленные на рис. 8, иллюстрируют фондооруженность вузов по приведенной численности студентов по профилям вузов.

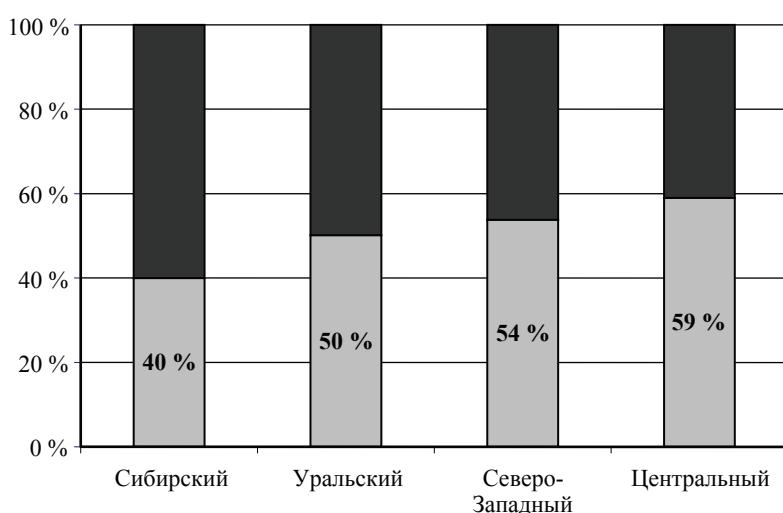
Наименьшее значение этот показатель имеет в педагогических вузах, что неудивительно, но недалеко оказались также экономические и строительные вузы. Наибольшее значение показателя наблюдается в политехнических, машиностроительных и химико-технологических вузах.



**Рис. 5. Распределение вузов по профилям**

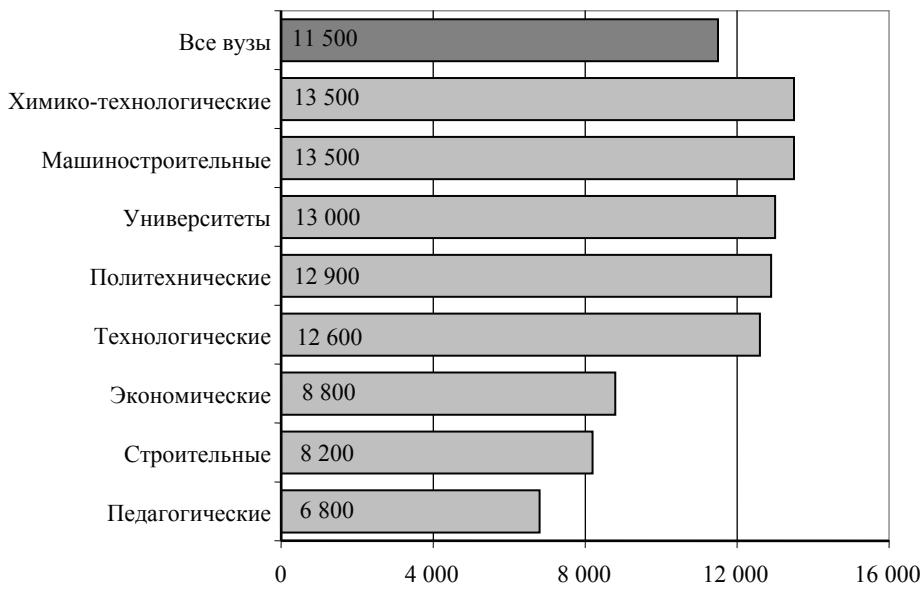


**Рис. 6. Сведения об объемах закупаемого оборудования:**  
□ – бюджет; ■ – внебюджет



**Рис. 7. Распределение средств бюджетного и внебюджетного финансирования на закупку оборудования по округам:**  
□ – бюджет; ■ – внебюджет

Результаты работы были доложены на коллегии Федерального агентства по образованию РФ в 2006–2007 гг. и получили одобрение. На основе пробных испытаний системы в целом можно сделать следующие выводы.



**Рис. 8. Фондооруженность вузов, тыс. руб./1 студента**

### Выводы

Предлагаемая система позволяет:

1. Оперативно получать информацию о реальном состоянии МТО как по всем вузам, так и по группам вузов и отдельным вузам.
2. Осуществлять контроль за приобретением и списанием ГОУ оборудования, приобретенного за счет бюджетных и внебюджетных средств.
3. Проводить анализ МТО по видам оборудования, его стоимости, сроку эксплуатации и определять потребность в пополнении парка оборудования.
4. Планировать в рамках федеральных и отраслевых программ централизованные закупки на конкурсной основе необходимого для групп вузов и отдельных вузов МТО.
5. Оценить размеры налога на движимое имущество вузов, подведомственных управлению Рособразования, на основании кодов ОКОФ.

### Information Support of Monitoring of Material and Technical Facilities of State Educational Institutions

K.Yu. Kolybanov<sup>1</sup>, V.F. Konyushko<sup>1</sup>, M.M. Kulygina<sup>2</sup>, S.N. Lobanov<sup>3</sup>, I.V. Khrapov<sup>4</sup>

*Department of Information Technologies (1), Data-Processing Center (2),  
Moscow State Academy of Fine Chemistry named after M.F. Lomonosov;  
Administration of Federal Property and Capital Construction,  
Federal Agency of Education (3);  
Analytical Center of Economic Development, TSTU (4);  
igor@admin.tstu.ru*

**Key words and phrases:** data visualization; information support of managerial decisions; multidimensional model of data; multidimensional cubes; multi-size models (hypertables); multi-layer hierarchic structure; OLAP-technologies; primary accounting;

division of data into indexes (variables) and measurements material base; system for managerial decisions preparation; data strong technologies.

**Abstract:** The paper describes the process of designing multi-layer informational analytical system based on the ideas of multidimensional analysis and aimed at supporting the management of material and technical facilities of educational institutions.

---

### **Informationsunterstützung des Monitoringsystems von der materiell-technischen Ausrüstung der staatlichen Ausbildungsinstitutionen**

**Zusammenfassung:** Es ist das Prozess der Schaffung des mehrstufigen informationsanalytischen Systems, das die Ideen der multidimensionalen Datenanalyse benutzt und auf die Versorgung von der Leitung von der materiell-technischen Ausrüstung der Ausbildungsinstitutionen gerichtet ist, beschrieben.

---

### **Maintien informatique du système du monitoring de la saturation matérielle et technique des établissements d'enseignement publiques**

**Résumé:** Est décrit le moyen de la création du système informatique et analytique qui utilise des idées de l'analyse mutidimensionnelle des données et des orientations pour l'assurance de la gestion de la saturation matérielle et technique des établissements d'enseignement publiques

---

**Авторы:** *Колыбанов Кирилл Юрьевич* – доктор технических наук, доцент кафедры информационных технологий; *Корниенко Валерий Федорович* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных технологий; *Кулыгина Марина Михайловна* – кандидат технических наук, начальник информационно-вычислительного центра, ГОУ ВПО «Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова»; *Лобанов Сергей Николаевич* – доктор экономических наук, начальник Управления федерального имущества и капитального строительства Федерального агентства по образованию; *Храпов Игорь Викторович* – кандидат технических наук, директор аналитического центра экономического развития, ГОУ ВПО «ТГТУ».

**Рецензент:** *Гамапова Наталья Цибиковна* – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Химическая инженерия», ГОУ ВПО «ТГТУ».

---