

Свидетельства о регистрации: бумажный вариант № 018694, электронный вариант № 018693
выданы Госкомпечати РФ 14 апреля 1999 г.

ISSN: печатный вариант – 1561-7793; электронный вариант – 1561-803X
от 20 апреля 1999 г. Международного Центра ISSN (Париж)

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Александров А.И., Александров И.А., Бер Л.М. Левнеровские семейства функций в теореме вращения.....	5
Бер Л.М. Усиление теорем искажения.....	8
Васильева О.В. Неголономные поверхности вращения нулевой полной кривизны 2-го рода.....	12
Гензе Л.В., Хмылева Т.Е. Удвоение по Александрову и его обобщение.....	17
Горбатенко Е.М. Алгеброиды Ли в дифференциальной геометрии погруженных многообразий.....	20
Гриншпон И.Э. Подобие однородно разложимых групп.....	24
Гриншпон Я.С. Нормальность вполне регулярной топологии раздельной непрерывности.....	27
Гриншпон С.Я., Ельцова Т.А. Гомоморфно устойчивые абелевы группы.....	31
Гулько С.П. Свободные топологические группы и пространства непрерывных функций на ординалах.....	34
Гулько С.П., Окулова Е.И. Об одной модификации понятия t -эквивалентности топологических пространств.....	39
Забарина А.И., Пестов Г.Г. Об n -мерно упорядоченных группах.....	40
Касаткина Т.В. Об одной системе дифференциальных уравнений.....	43
Каравдина Е.Ю. Построение и свойства кольца обобщенных матриц порядка n ($n \geq 2$).....	46
Кирьяцкий Э.Г. Точные оценки коэффициентов Ньютона однолистных нормированных в единичном круге функций.....	50
Копанев С.А., Копанева Л.С. Формула типа формулы Кристоффеля – Шварца для счетноугольника.....	52
Куфарев Б.П. Обобщенное решение дифференциальных уравнений вида $y = f(x, y')$	55
Лазарева Е.Г. О множестве рядов, сохраняющих сходимость после данной перестановки.....	58
Литвин А.И., Писаренко Л.А. Обобщенные кронекеровские произведения матриц.....	60
Малютин А.Н. Особенности отображений с s -суммируемой характеристикой.....	65
Малютин А.Н., Соколов Б.В. О равностепенной непрерывности класса отображений с (s, α) -усредненной характеристикой.....	70
Онищук Н.М. Векторные поля нулевой полной кривизны первого рода.....	73
Садритдинова Г.Д. Управляющие функции и аргумент производной.....	78
Соболев В.В. Численный метод конформного отображения полуплоскости в себя с «гидродинамической» нормировкой.....	81
Сыркашев А.Н. О вариационном и параметрическом методах в теории однолистных функций.....	86
Фаустова И.Л. Абелевы группы без кручения ранга 2, обладающие автоморфизмом порядка 4 или 6.....	97

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Вековцева С.А., Дёмин Н.С. Оптимальное управление односекторной экономикой при наличии внешних инвестиций. Модель Рамсея.....	99
Галайко Я.В., Назаров А.А. Исследование числа лиц, застрахованных в Пенсионном фонде Российской Федерации при нестационарном входящем потоке.....	103
Гарайшина И.Р., Назаров А.А. Исследование математической модели процесса изменения страхового капитала Пенсионного фонда.....	109
Гальперин В.А., Домбровский В.В. Динамическое управление инвестиционным портфелем с учетом скачкообразного изменения цен финансовых активов.....	112
Герасимов Е.С., Домбровский В.В. Адаптивное управление инвестиционным портфелем.....	118
Домбровский В.В., Домбровский Д.В. Динамическое управление инвестиционным портфелем в пространстве состояний с использованием рыночной модели.....	123
Ерохина Е.А. Закономерности экономического развития: системно-самоорганизационный подход.....	127
Змеев О.А. Математическая модель деятельности фонда социального страхования при экспоненциальных страховых выплатах.....	130
Кошкин Г.М., Лопухин Я.Н. Оценивание нетто-премии в коллективном страховании жизни.....	136
Поддубный В.В., Бахтина К.В., Кривошеина Т.В. Субоптимальное управление системой, описываемой стохастической моделью мировой динамики Форрестера.....	145
Терпугов А.Ф., Щирова Н.П. Математическая модель деятельности склада.....	155
Лившиц К.И., Параев В.Ю. Применение многоуровневой аппроксимации для построения математических моделей нестационарных процессов.....	159
Параев Ю.И. Оптимальное управление рекламой в задаче производства и сбыта товара.....	162
Параев Ю.И. Задача производства, хранения и сбыта товара как дифференциальная кооперативная игра.....	165

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

Воробейчиков С.Э., Кабанова Т.В. Обнаружение момента разладки процесса авторегрессии первого порядка.....	170
Демин Н.С., Рожкова С.В., Рожкова О.В. Фильтрация в динамических системах по непрерывно-дискретным наблюдениям с памятью при наличии аномальных помех. I. Непрерывные наблюдения.....	175
Демин Н.С., Рожкова С.В., Рожкова О.В. Фильтрация в динамических системах по непрерывно-дискретным наблюдениям с памятью при наличии аномальных помех. II. Непрерывно-дискретные наблюдения.....	180
Китаева А.В., Терпугов А.Ф. Сильно состоятельная и асимптотически нормальная оценка параметра процесса авторегрессии первого порядка с бесконечной дисперсией.....	185
Кошкин Г.М., Пивен И.Г. Непараметрическое оценивание функционалов от условных распределений последовательностей сильного перемешивания.....	187
Ломакина С.С., Смагин В.И. Робастная фильтрация в непрерывных системах со случайными скачкообразными параметрами.....	201
Сотникова Е.Е. Распределение интеграла от случайной волатильности в случае, когда она образует чисто разрывный марковский процесс с двумя состояниями.....	204
Тарасенко П.Ф. О сходимости индикаторных оценок для параметров линейной модели.....	208
Тарасенко Ф.П., Шуленин В.П. Функции регрессии наблюдений и их рангов.....	213

ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Колоусов Д.В., Назаров А.А. Исследование двумерного выходящего потока сети связи случайного доступа с конечным числом станций.....	217
Кузнецов Д.Ю., Назаров А.А. Определение асимптотического распределения состояний канала и источника повторных вызовов адаптивной сети связи в условиях критической загрузки.....	222
Марголис Н.Ю., Назаров А.А. Локальная диффузионная аппроксимация процесса изменения состояний СМО.....	226
Назаров А.А. Исследование процесса изменения числа заявок в нестационарной немарковской бесконечнолинейной системе массового обслуживания.....	230
Назаров А.А., Цой С.А. Исследование метематической модели двухканальной сети случайного доступа.....	232

ИНФОРМАТИКА И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Бабанов А.М. Теория семантически значимых отображений.....	239
Бабанов А.М. Применение теории семантически значимых отображений для проектирования реляционных баз данных.....	249
Дмитренко А.Г., Колчин В.А. Численное решение задачи рассеяния электромагнитных волн на трехмерных идеально проводящих телах.....	258
Змеев О.А., Моисеев А.Н. Сравнительный анализ некоторых методов O – R-преобразования.....	263
Зубков А.В. Синхронизация модификаций денормализованных данных в приложениях Lotus Notes/Domino.....	272
Костюк Ю.Л., Кон А.Б., Новиков Ю.Л. Алгоритмы векторизации цветных растровых изображений на основе триангуляции и их реализация.....	275
Костюк Ю.Л., Фукс А.Л. Предварительная обработка исходных данных для построения цифровой модели рельефа местности.....	281
Костюк Ю.Л., Фукс А.Л. Построение цифровой модели рельефа местности на основе структурных линий и высотных отметок.....	286
Мирютов А.А., Шаповалов Д.В., Князев Б.Г., Плешков А.Г., Щипунов А.А. Паттерны проектирования информационных систем. Ч. I.....	290
Огородников А.Н. Выбор интервалов анализа сигнала при распознавании речи.....	295
Петренко Д.А., Скворцов А.В., Куленов Р.О. Сравнение триангуляций с помощью хеш-функций.....	305
Палухин П.Н., Поддубный В.В. Технология использования MATLAB-программ в средах визуального программирования C/C++.....	309
Сущенко С.П., Сущенко М.С., Биматов Д.В. Моделирование разделяемой памяти двухпроцессорной вычислительной системы.....	319
Терпугов А.Ф., Шкуркин А.С. Программа вычисления параметров систем массового обслуживания по периоду занятости.....	324
Толузаков С.Г. Построение распределенных приложений.....	326
Толузаков С.Г., Якунина Е.Н. Технология построения корпоративного Web-сайта.....	328
Толузаков С.Г. Подходы к построению системы документооборота на основе IBM Lotus Domino.....	335
Ченцов О.В., Скворцов А.В. Обзор алгоритмов построения оверлеев многоугольников.....	338

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Скворцов А.В. Разработка геоинформационных и инженерных систем на факультете информатики и в ООО «ИндорСофт».....	346
Бойков В.Н., Петренко Д.А., Люст С.Р., Скворцов А.В. Система автоматизированного проектирования автомобильных дорог IndorCAD/Road.....	350
Скворцов А.В., Иванов М.О., Петренко Д.А. Система подготовки чертежей IndorDraw.....	354
Сарычев Д.С. Современные информационные системы для инженерных сетей.....	358
Сарычев Д.С., Крысин С.П., Скворцов А.В. Создание информационных моделей автомобильных дорог и информационной системы на их основе.....	362

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Змеева Е.Е., Сазанова Т.А., Терпугов А.Ф. К вопросу о методике преподавания математики в средней школе и высшем учебном заведении.....	370
Лещинский Б.С. Оценивание знаний учащегося с использованием теории нечетких множеств.....	374
Лещинский Б.С., Циплаков Д.В. Обучающая система с количественным контролем качества обучения.....	379

МЕМУАРЫ. ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ. ПЕРСОНАЛИИ

Профессор Захар Иванович Клементьев (к 100-летию со дня рождения).....	383
Русинов Ю.И., Устинов Ю.К. Геомагнитные «возмущения» или волнения космоса в суперсверхдлинном диапазоне?.....	389

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.....	393
РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ НА РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ.....	399

CONTENTS

MATHEMATICS

Alexandrov A.I., Alexandrov I.A. Löwner families of functions in the rotation theorem	5
Ber L.M. Reinforcement the theorems of distortion	8
Vasilyeva O.V. Nonholonomic rotation surfaces of zero total curvature of second kind	12
Genze L.V., Khmyleva T.E. Aleksandroff duplicate and its generalization	17
Gorbatenko E.M. Lie algebroids in differential geometry of immersed submanifolds	20
Grinshpon I. E. Similarity of homogeneously decomposable groups	24
Grinshpon Ya.S. Normality of the completely regular topology of separate continuity	27
Grinshpon S.Ya., Yeltsova T.A. Homomorphly stable abelian groups	31
Gul'ko S.P. Free topological groups and the spaces of continuous functions on ordinals	34
Gul'ko S.P., Okulova E.I. On modification of the notion of t -equivalence of topological spaces	39
Zabarina A.I., Pestov G.G. On n -dimensionally orderer groups	40
Kasatkina T.U. About a system of differential equations	43
Karavdina E.Yu. The construction and properties of generalized matrix rings of n order ($n \geq 2$)	46
Kirjatskii E.G. The sharp estimates of newton coefficients of univalent and normed in a unit circle functions	50
Kopanev S.A., Kopanev L.S. The formula type formula Christoffel–Schwarz for numerable polygon	52
Kufarev B.P. Generalized solution of differenteal equations $y = f(x, y')$	55
Lasareva E.G. Essential permutation preserves a convergence just on a set of the first category in the space of series	58
Litvin A.I., Pisarenko L.A. Generalized kronecker products of matrices	60
Malutina A.N. The peculiarity of representations with s -summation characteristic	65
Maljutina A.N., Sokolov B.V. About equicontinuity property of mappings with (s, α) -bounded characteristic	70
Onishchuk N.M. Vektor fields of zero total curvature of the first kind	73
Sadritdinova G.D. The ruling functions and an argument of the derivanive	78
Sobolev V.V. The numeric method of conformal mapping of the half-hlane into self with the hydrodynamics normalization	81
Syrkashev A.N. On the variational and parametrical methods in the theory of univalent functions	86
Faustova I.L. Abel's groups without class 2 torsion, having automorphizm orler 4 or 6	97

MATHEMATICAL MODELING OF ECONOMIC SYSTEMS

Vekovtseva S.A., Dyomin N.S. Optimal management of onesector economy model with external investment. Model of Ramsey	99
Galayko Ya.V., Nazarov A.A. Investigation of number of persons insured in Russian Federation retirement fund in condition of transitional incoming flow	103
Garayshina I.R., Nazarov A.A. Investigation of Russian Federation retirement fund insurance capital modification process mathematical model	109
Galperin V. A., Dombrovskiy V. V. Dynamic managing investment portfolio under jumping changes in prices of financial assets	112
Gerasimov E.S., Dombrovskiy V.V. The adaptive control of investment portfolio	118
Dombrovskiy V. V., Dombrovskiy D. V. Dynamic managing investment portfolio in state space using market model	123
Yerokhina Ye.A. The regularities of the economic development: system-organizational approach	127
Zmeyev O.A. Mathematical model of social insurance foundation when payments have exponential distribution	130
Koshkin G.M., Lopukhin Ya.N. Estimation of net premium in collective life insurance	136
Poddubny V.V., Bakhtina K.V., Krivosheina T.V. Suboptimal control of the system, described by forrester's stochastic model of the world dynamics	145
Terpugov A.F., Shchirova N.P. Mathematical model of storehose function	155
Livshits K.I., Paraev V.Ju. Application of multilevel approximation for construction of mathe-matical models of non-stationary processes	159
Paraev Ju.I. Optimum control of advertising in the problem of manufacture and selling of the goods	162
Paraev Ju.I. Problem manufactures, storages and selling of the goods as differential cooperative game	165

PROBABILITY THEORY AND MATHEMATICAL STATISTICS

Vorobejchikov S.E., Kabanova T.V. On detecting of change-point in autoregressive process of the first order	170
Dyomin N.S., Rozhkova S.V., Rozhkova O.V. Filtering in the dynamic systems on the continuous-discrete observations with memory under anomaluous nouse. I. continuous observations	175
Dyomin N.S., Rozhkova S.V., Rozhkova O.V. Filtering in the dynamic systems on the continuous-discrete observations with memory under anomaluous nouse. II. Continuous-discrete observations	180
Kitayeva A.V., Terpugov A.F. Strong consistent and asymptotically normal estimate of parameter of first order autoregression process with infinite variance	185
Koshkin G.M, Piven I.G. Nonparametric estimation of functionals of conditional distributions for strong mixing sequences	187
Lomakina S.S., Smagin V.I. Robust filtering in continuous systems with random jump parameters	201
Sotnikova E.E. Calculation of stochastic volatility integral s density when the volatility is assumed to be a discrete markov process with two states	204
TarassenkoP.F. On convergence of indicator-based estimators for parameters of linear model	208
Tarassenko F.P., Shulenin V.P. Regression function of observation and its rank	213

MASS SERVICE THEORY

Kolousov D.V., Nazarov A.A. Investigation the communications network two-dimensional output flow with random access protocol and finite number of stations	217
Kuznetsov D. Y., Nazarov A. A. Definition of asymptotic distribution of channel states and repeated calls source of adaptive network communication with the assumption of critical loading	222
Margolis N. Yu., Nazarov A.A. Local diffusion appoximation of queing system current condition process	226
Nazarov A.A. Investigation of queries number process in unsteady non-Markov's infinitely line queue system	230
Nazarov A.A., Tsoy A.S. Investigation of mathematical model of two channel network with random access	232

INFORMATION SCIENCE AND PROGRAMMING

Babanov A.M. Theory of semantically significant mappings	239
Babanov A.M. Using a theory of semantically significant mappings for designing the relational databases	249
Dmitrenko A.G., Kolchin V.A. Numerical solution of electromagnetic scattering problem for threedimensional perfectly conducting bodies ;	258
Zmeyev O.A., Moiseyev A.N. Comparative analysis of some O-R transforming methods	263
Zubkov A.V. Modification's synchronization of denormalized data in Lotus Notes/Domino applications	272
Kostyuk Yu.L., Kon A.B., Novikov Yu.L. Algorithms for vectorization of a multicolor raster image based on triangulation and their realization	275
Kostyuk Yu.L., Foox A.L. Preliminary processing of the initial data for construction of digital elevation model	281
Kostyuk Yu.L., Foox A.L. Construction of digital elevation model on the basis of relief structural lines and elevations.....	286
Mirutov A.A., Shapovalov D.V., Knyazev B.G., Pleshkov A.G., Shipunov A.A. Design patterns of information systems (part I)	290
Ogorodnikov A.N. Choosing signal analysis intervals when recognizing speech	295
Petrenko D.A., Kulenov R.O., Skvortsov A.V. Triangulations comparison by means of hash function	305
Palukhin P.N., Poddubny V.V. Technology of the use matlab-programs in ambience of the visual programming C/C++	309
Sushchenko S.P., Sushchenko M.S., Bimatov D.V. Modeling of shared memory two-processors computer systems	319
Terpugov A.F., Shkurkin A.S. A program for calculation of the queuing system parameters from the occupation period	324
Tolouzakov S.G. Building distributed applications	326
Tolouzakov S.G., Yakunina E.N. A technology of building of a corporate web-site	328
Tolouzakov S.G. Approaches to building of document flow system based on ibm lotus domino	335
Chentsov O.V., Skvortsov A.V. A review of the algorithms of polygon overlays design	338

AUTOMATED DESIGN SYSTEMS

Skvortsov A.V. Geoinformation and engineering system design at the informatics faculty and in the company «IndorSoft»	346
Boykov V.N., Petrenko D.A., Lust S.R., Skvortsov A.V. Road computer-aided design system IndorCAD/Road.....	350
Skvortsov A.V., Ivanov M.O., Petrenko D.A. Drawing design system IndorDrawing	354
Sarychev D.S. Modern information systems for the engineering networks	358
Sarychev D.S., Krysin S.P., Skvortsov A.V. Design of road information models and information system based on them	362

PROBLEMS OF EDUCATION

Zmeyeva E.E., Sazanova T.A., Terpugov A.F. Aspects of teaching mathematics methods at school and higher educational institutes	370
Leshchinsky B.S. Assessment of Student's knowledge using theory of fuzzy sets	374
Leshchinsky B.S., Tsiplakov D.V. Software learning system with quantitative control of students grade	379

MEMOIRS. MEMORY DATES. PERSONALITES

Professor Zachar Ivanovich Klement'ev	383
Rusinov Yu.I., Ustinov Yu.K. Geomagnetic «perturbations» or wavemovments of cosmos in extrasuperlonge diapason?.....	389

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTORS	393
SUMMARIES OF THE ARTICLES IN THE RUSSIAN AND ENGLISH LANGUAGES	399

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ O – R-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Рассмотрены подходы к представлению объектов программной системы в реляционной базе данных (РБД). Производится сравнительный анализ с позиций скорости разработки, гибкости программной системы, времени выполнения операций над хранимыми объектами для различных моделей их представления в РБД.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Объектно-ориентированное проектирование и программирование в настоящее время является самым распространенным подходом к разработке программного обеспечения. В составе общего производственного процесса разработчики решают множество задач, связанных с различными особенностями данного подхода. Обычно различные части программной системы разрабатываются в рамках подсистем – достаточно независимых компонентов. Одной из таких подсистем является подсистема управления данными [1]. Таким образом, задача проектирования и реализации подсистемы хранения данных в объектно-ориентированных системах является актуальной.

Существует множество подходов к решению данной задачи: от применения объектно-ориентированных баз данных до создания собственных средств хранения, поддерживающих объектные типы данных. Вообще, под хранением объектов в рамках настоящей работы будем подразумевать сохранение и восстановление их состояния, то есть значений атрибутов, из источников долговременного хранения информации. В литературе по объектно-ориентированному анализу и проектированию (ООАП) эти операции называются материализацией и дематериализацией объектов.

В настоящей работе будем рассматривать задачу хранения объектов в реляционной базе данных. В этом случае выполняется так называемое O – R-преобразование, позволяющее перейти от объектной модели предметной области к реляционному способу хранения данных. Актуальность этого направления исследований уже неоднократно обсуждалась [2, 3]. В данной работе рассматривается несколько шаблонных решений этого вопроса, делается их сравнительный анализ.

Заранее оговорим, что реализация решений будет рассмотрена «в чистом виде», то есть отдельно от различных смежных вопросов, таких, как кэширование, блокировка, безопасность, а также без использования шаблонов, связанных с отложенной загрузкой.

2. ТЕСТОВЫЙ ПРИМЕР, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА

В качестве примера реализации анализируемых подходов рассмотрим справочную информационную систему «Электронный каталог» книжного магазина. В основу положена база данных реального интернет-магазина. Полное описание структуры представлено в виде диаграммы классов предметной области (рис. 1).

База данных содержит информацию о 101 087 экземплярах товара, распределенных по 588 разделам, в том числе – 84 287 книг, 6 793 периодических изданий, 10 007 наименований кассет. База данных также содержит информацию о 5 243 издательствах и 42 857 авторах книг.

Все методы тестируются на одной технологической платформе:

- в качестве хранилища выбрана база данных формата MS Access 2000;
- все операции над базой данных выполняются посредством запросов SQL;
- выполнение запросов производится из приложения, созданного средствами Borland Delphi версии 7.0;
- измерение времени выполнения операций производилось на компьютере с процессором Pentium 3, 933 МГц, RAM 256 М, под управлением операционной системы MS Windows 2000 Server, причем каждая операция была выполнена по 100 раз. Время публикуется с точностью до сотых долей секунды.

Основные измерения будут касаться следующих операций:

- открытия всей базы данных (запуск программы);
- выборки всех данных по одному объекту «Книга» (максимальное количество атрибутов среди всех товаров);
- выборки всех данных по одному объекту «Кассета» (минимальное количество атрибутов среди всех товаров);
- выборки объекта-контейнера (справочника всех товаров со всеми их атрибутами);
- вычисление общей стоимости товаров, добавленных в корзину (взято 7 наименований с различным количеством);
- добавления нового объекта «Книга»;
- изменения данных объекта «Книга».

Сразу обратим внимание, что операции выборки одного объекта могут быть выполнены двумя способами:

- 1) без распознавания типа, то есть выборка всех атрибутов, какие только могут быть у наследников класса «Товар» в рамках одного запроса ко всем таблицам;
- 2) с распознаванием типа, при этом в программе необходимо предусмотреть такое распознавание и выполнение запросов к соответствующим таблицам.

Оценка методов будет производиться по следующим критериям:

- скорость выполнения операций;
- реализуемость – быстрота реализации метода в разрабатываемой программной системе;
- гибкость – объем работ при модификации модели предметной области;
- объем – физический объем файлов базы данных на диске
- возможные проблемы и сложность их разрешения.

Сразу оговорим, что независимо от подхода существует необходимость в поддержке уникальных идентификаторов («id») каждого объекта, по крайней мере – в ветке с корнем «Товар».

Результаты измерения времени выполнения операций и объема базы данных приведены в табл. 8 и на рис. 8 – 17 разд. 7.

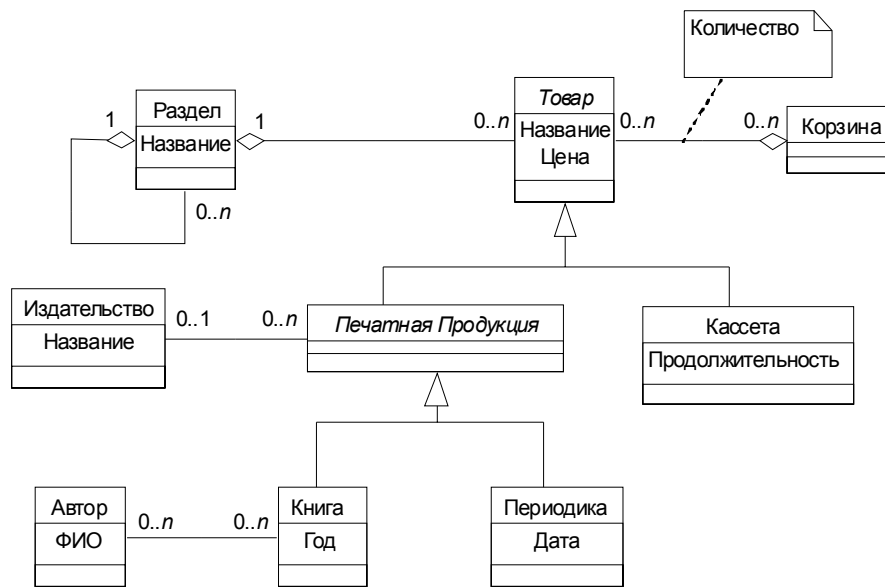


Рис.1. Диаграмма классов предметной области

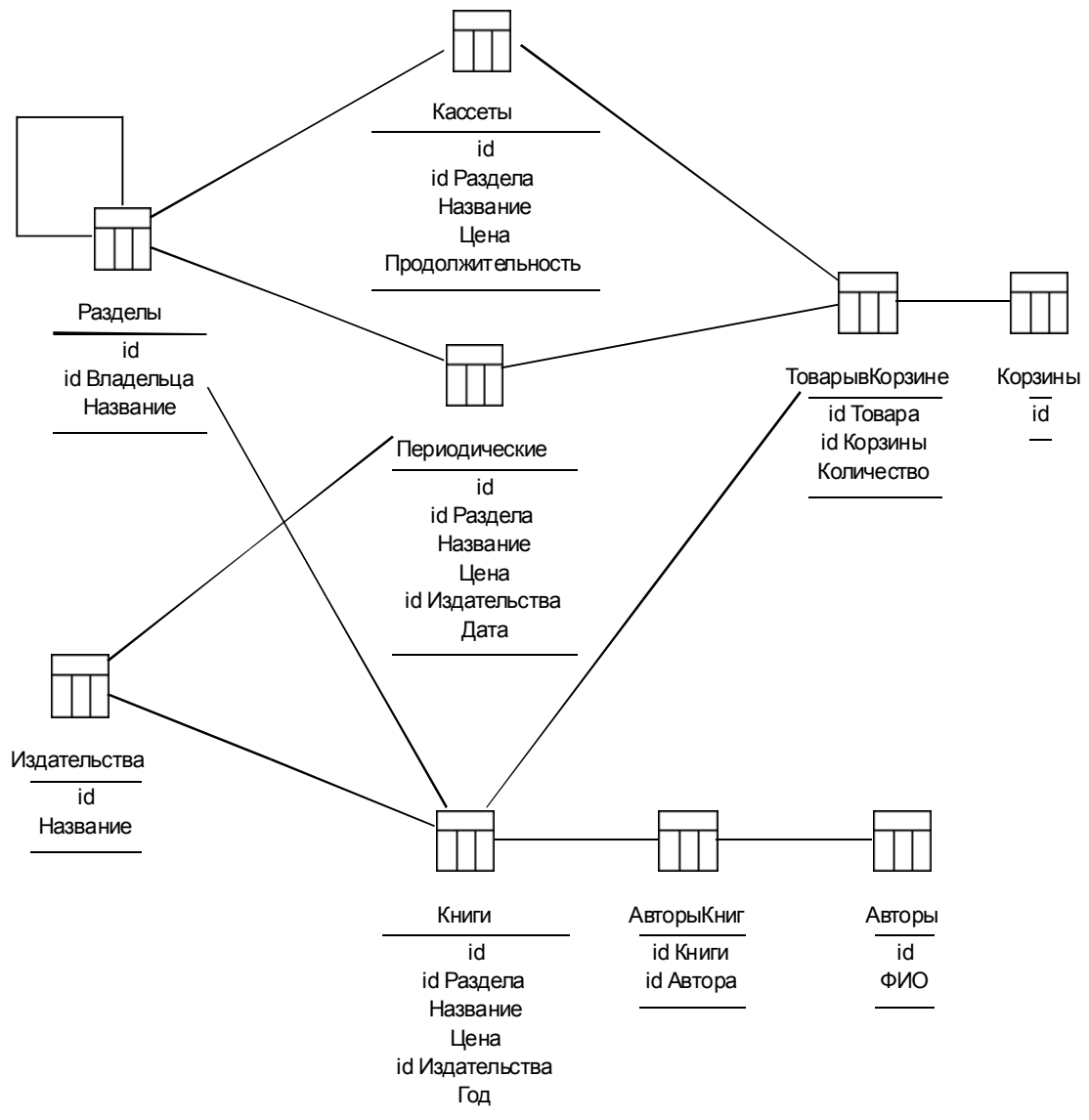


Рис. 2. Схема базы данных модели ROT

3. ОБЪЕКТЫ КАК ТАБЛИЦЫ (МОДЕЛЬ ROT)

Первым из методов рассмотрим подход, известный под названием Representing Objects as Tables (объекты как таблицы) [5] – ROT. Данный подход является наиболее «естественным» для реляционных баз данных. Суть его заключается в том, что каждому классу предметной области ставится в соответствие одна таблица реляционной базы данных с соответствующими атрибутами. Связи реализуются по соответствующим правилам ER-проектирования реляционных баз данных. При этом таблицы для абстрактных классов не создаются, а атрибуты классов-предков присутствуют и в таблицах для классов-потомков.

Схема базы данных для примера «Электронный каталог» представлена на рис. 2.

Реализуемость: подход удобен для быстрой разработки программ, так как все операции над базой данных легко реализуются стандартными конструкциями SQL. **Гибкость:** очень низкая, практически любые изменения в структуре базы данных неизбежно приводят к необходимости исправления исходного кода. **Особенности:** нет необходимости в поддержке уникальных идентификаторов в пространстве всей базы данных, в принципе, можно обойтись даже без уникальных идентификаторов ветки «Товар».

базы данных и время выполнения почти всех операций – минимальные среди всех рассмотренных подходов.

4. МОДИФИКАЦИЯ ROT С УЧЕТОМ НАСЛЕДОВАНИЯ

Модель ROT напрямую отображает классы предметной области в таблицы реляционной базы данных. Однако, как это было показано выше, это приводит к тому, что некоторые общие данные классов, находящиеся в отношении наследования, оказываются расположены в разных таблицах и однотипную обработку данных приходится реализовывать для каждой таблицы в отдельности (в нашем примере – это класс «Товар» и его наследники).

Существует подход, позволяющий решить эту проблему. Суть данного подхода заключается в том, что для суперклассов, имеющих атрибуты или ссылки на другие объекты, создаются соответствующие таблицы, а в таблицы наследников помещаются только идентификатор и атрибуты, доопределенные в классах-наследниках. При этом между таблицей родителя и таблицей наследника устанавливается связь 1:1.

Схема базы данных, основанная на модели ROT с учетом наследования, приведена на рис. 3.

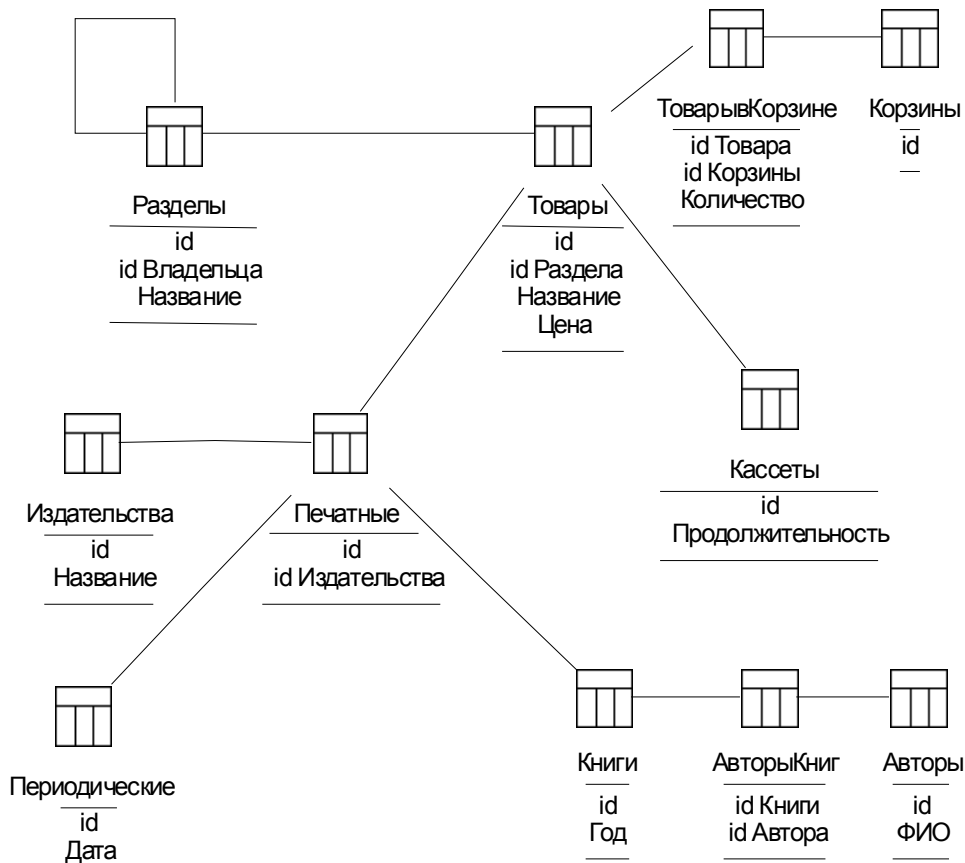


Рис. 3. Схема базы данных для модели ROT с учетом наследования

Реализуемость: данный подход в реализации намного сложнее предыдущего, большинство операций также реализуются заранее подготовленными запросами SQL. **Гибкость:** выше, чем у модели ROT, однако большинство изменений в структуре базы данных также требуют исправления исходного кода програм-

мы. **Особенности:** благодаря выделению таблицы для суперкласса «Товар» и связей 1:1 между таблицами для наследуемых классов этой ветки поддержка уникальных идентификаторов выполняется легко. **Объем базы данных и время выполнения операций** – чуть больше, чем у модели ROT.

5. МОДЕЛЬ А. ТЕНЦЕРА «БАЗА ДАННЫХ – ХРАНИЛИЩЕ ОБЪЕКТОВ»

Основы данного подхода изложены в [6]. Главной идеей является неизменность схемы базы данных: по сути дела, предложенная в работе схема является универсальной и готовой к использованию в любых объектно-ориентированных приложениях. К тому же заранее определена универсальная реализация методов материализации и дематериализации объектов.

К сожалению, в упомянутой работе не описаны некоторые нюансы, собственные объектно-ориентированным системам. В связи с этим ниже оговорим некоторые важные с точки зрения практической реализации моменты этой модели.

Во-первых, в работе отсутствует развернутое описание реализации в модели механизмов наследования. В частности, не ясно нужно ли для наследников в таблицах StrDesc, PropDesc и т.д. дублировать свойства, которые были уже приписаны родителю. То же касается и связей в таблице AllowedLinks. Будем считать, что описание свойств классов и связей между ними не дублируется у наследников, а восстанавливается благодаря зависимости Id–ParentId в таблице ObjType.

Во-вторых, не ясно, создаются ли все записи для свойств нового объекта в таблицах свойств (Strings, Properties и т.д.), даже если они пусты. Будем считать, что у «живого» экземпляра объекта определены все свойства, и поэтому в упомянутые таблицы вносятся записи, соответствующие всем свойствам объекта.

В-третьих, в модели Тенцера отсутствует (явно не выражена) возможность создания атрибутов связи. В нашем примере – это атрибут «Количество», значение которого определяется только при сочетании одного конкретного экземпляра класса «Товар» с одним конкретным экземпляром класса «Корзина». Реализуем решение этого вопроса в виде ассоциативного класса «ТоварВКорзине» с атрибутом «Количество» (рис. 4).



Рис. 4. Представление атрибута связи в виде ассоциативного класса

В-четвертых, связи (таблицы AllowedLinks и Links) в этой модели реализованы только бинарные. В «классическом» ER-проектировании баз данных существует возможность представления трех- и более сторонних связей. Трехстороннюю связь на диаграмме рис. 4 преобразуем в две бинарные путем введения дополнительного класса, описывающего связь. В данном случае классом связи может выступить сам ассоциативный класс, поэтому диаграмму на рис. 4 можно представить в следующем виде (рис. 5).

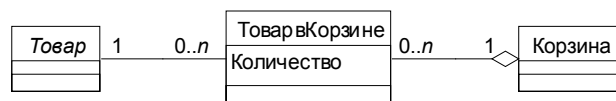


Рис. 5. Представление трехсторонней связи в виде совокупности бинарных отношений

Перейдем теперь к представлению нашего примера в базе данных, составленной согласно модели Тенцера. Атрибуты классов нашей предметной модели относятся к следующим простым типам данных: строка («Название», «ФИО»), число («Цена», «Год», «Количество»), дата/время («Дата», «Продолжительность»). Согласно модели Тенцера, для их описания и хранения потребуется три пары таблиц: StrDesc, Strings – для строк, PropDesc, Properties – для чисел, DTDesc, DateTimes – для дат/времени. Таким образом, получаем следующую схему базы данных (рис. 6).

Кроме того, в таблицы необходимо внести следующую информацию (табл. 1 – 5). Для краткости опустим таблицу AllowedLinks, так как она не влияет на выполняемые нами измерения.

Таблица 1

Таблица ObjType

Id	Code	ItemName	ParentId
1	Раздел		0
2	Товар		0
3	Корзина		0
4	ТоварвКорзине	Экземпляр объекта-связи	0
5	Издательство		0
6	Автор		0
7	ПечатнаяПродукция		2
8	Кассета		2
9	Книга		7
10	Периодика	Периодическое издание	7

Таблица 2

Таблица StrDesc

Id	TypeId	Code	ItemName
11	1	Название	Название раздела
12	2	Название	Название товара
13	5	Название	Название издательства
14	6	ФИО	Фамилия И.О. автора

Таблица 3

Таблица PropDesc

Id	TypeId	Code	ItemName
15	2	Цена	Цена единицы товара
16	4	Количество	Количество в корзине
17	9	Год	Год издания книги

Таблица 4

Таблица DTDesc

Id	TypeId	Code	ItemName
18	8	Продолжительность	Продолжительность кассеты
19	10	Дата	Дата периодического издания

Таблица 5

Таблица LinkType

Id	Code	ItemName
20	Входит	Связь в дереве разделов
21	Относится	Связь товара с разделом
22	Соответствует	Связь товара с экземпляром Товара в Корзине
23	Относится	Связь экземпляра Товара в Корзине с Корзиной
24	Издательство	Связь печатной продукции с издательством
25	Автор	Связь книги с автором

Реализуемость: для реализации в программе данной модели необходимо, в первую очередь, реализовать подсистему управления данными, которая «на лету» собирает объекты. Подход применим при долговременной разработке либо при наличии уже реализованной подсистемы управления данными. **Гибкость:** высокая, практически все изменения в предметной области требуют внесения исправлений на уровне данных (конфигурирования) и не влияют на исходный код. **Особенности** – для универсальности

программы имеется необходимость поддержки уникального идентификатора в пространстве всей базы данных. Разделение таблиц для атрибутов по типам приводит к необходимости выборки или поиска по всем таким таблицам. Благодаря полям Code и ItemName в таблицах такой базы данных очень удобно строить списки элементов (справочники). **Объем базы данных и время выполнения операций** – достаточно высокие, в большинстве тестов – максимальные.

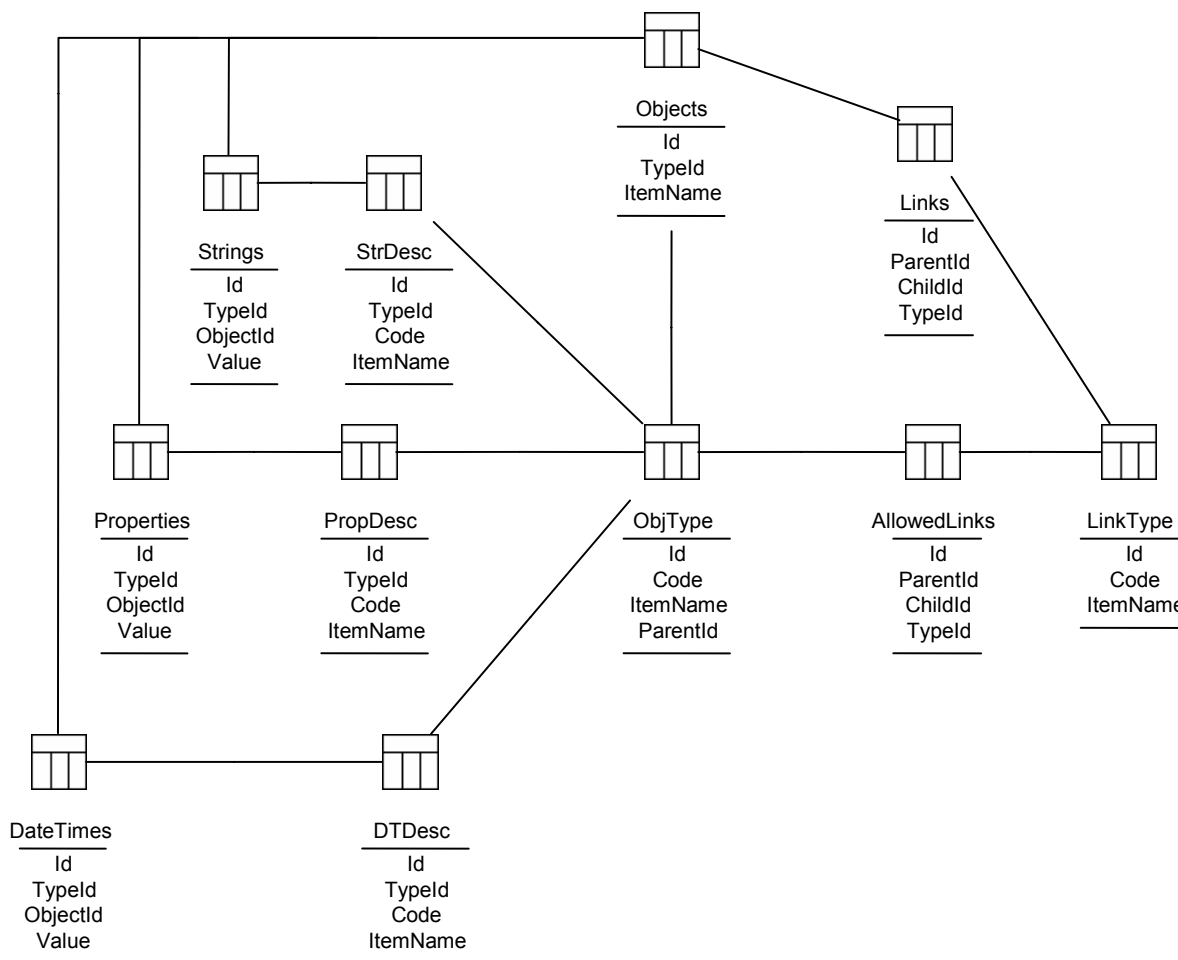


Рис. 6. Схема базы данных согласно модели Тенцера

6. МОДИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ТЕНЦЕРА

Рассмотрим возможную модификацию модели Тенцера. Внесенные изменения, с одной стороны, вызваны обобщением подхода: описание атрибутов всех объектов производится в одной таблице Attributes со структурой, похожей на XXXDesc в модели Тенцера. Хранение значений всех атрибутов объектов производится в пределах одной таблицы, подобной таблице Strings, в которой столбец Value имеет тип Variant. Конечно, не все существующие форматы реляционных баз данных поддерживают такой тип столбцов, поэтому на практике можно использовать тип String. При этом возникают естественные проблемы, связанные с увеличением объема таких данных и их агрегатной обработкой. Однако объем в данном случае является ценой за универсальность подхода, а агрегатная обработка в объектно-ориентированных системах не-

посредственно в базе данных обычно не производится (для этого используют сервер приложений [6]).

С другой стороны, введение таблицы Containers продиктовано соображениями, вытекающими из практического опыта работы. Дело в том, что наиболее часто встречающимся видом ассоциации (кроме наследования) между классами является агрегация. Например, подсистема нормативно-справочной информации любой информационной системы обязательно будет содержать такой вид связи [7].

Наконец, другие виды связи в этой модели реализуются таким же образом, как и в исходном коде объектно-ориентированных программ – через атрибуты, являющиеся ссылками на другие объекты. В данном случае эти ссылки представляют собой внешние ключи, ссылающиеся на идентификатор соответствующего объекта. Значения этих атрибутов также располагаются в таблице ObjectData.

На рис. 7 представлена схема базы данных для предлагаемой модели.

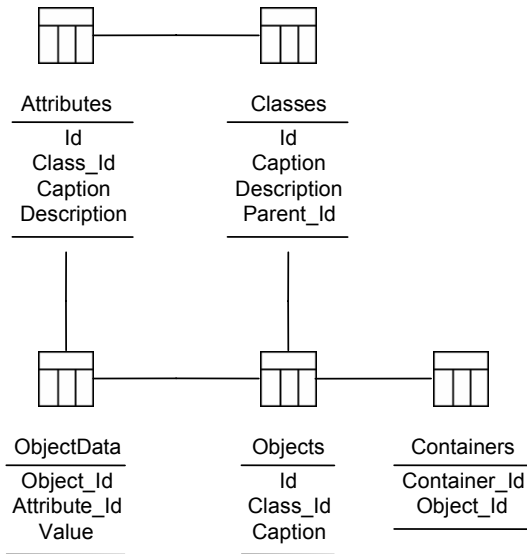


Рис. 7. Схема базы данных модифицированной модели Тенцера

Таблица Classes содержит описание классов системы. Атрибут Id – уникальный идентификатор, Parent_Id – ссылка на Id предка в этой же таблице, Caption – короткое (возможно, англоязычное – для исходного кода программы) название класса, Description – подробное описание класса.

Таблица Attributes содержит описание атрибутов классов. Id – уникальный идентификатор атрибута, Class_Id – ссылка на Id класса (в таблице Classes), к которому относится атрибут, Caption и Description – аналогично предыдущему. Для классов-наследников описание атрибутов не повторяется. Таким образом, для материализации описания класса необходимо восстановить всю структуру наследования «вверх» и выбрать описания всех атрибутов классов этого поддерева.

Таблица Objects содержит список экземпляров объектов. Id – уникальный идентификатор объекта, Class_Id – ссылка на Id класса (в таблице Classes), к которому относится экземпляр, Caption – краткое обозначение объекта (для быстрого вывода в списках), формируется программной системой, обычно соответствует значению одного (или комбинации нескольких) из свойств.

Таблица ObjectData содержит значения свойств объектов. Object_Id – ссылка на Id объекта (в таблице Objects), Attribute_Id – ссылка на Id атрибута (в таблице Attributes), Value – значение этого атрибута для данного объекта (тип Variant или, возможно, String).

Таблица Containers содержит ключи ассоциации агрегирования. Здесь Container_Id – ссылка на Id объекта-владельца (в таблице Objects), Object_Id – ссылка на Id объекта (там же), содержащегося в контейнере. Сразу оговорим, что агрегирование в данном случае означает «содержит ссылку» и не подразумевает полное владение вложенными объектами.

Таким образом, таблицы Clsles и Attributes содержат описание (метаданные), а остальные таблицы – сами данные.

В представленной статье не будем касаться вопросов реализации описания типов атрибутов, контроля за совместимостью типов для ссылок и описания ролей классов в ассоциациях, так как это не является существенным для производимых измерений.

Для нашей модели предметной области (диаграммы на рис. 1 и 5) таблицы, содержащие метаданные, следует заполнить следующим образом (табл. 6 – 7).

Таблица 6

Таблица Classes

Id	Caption	Description	Parent_Id
1	Раздел		0
2	Товар		0
3	Корзина		0
4	ТоварвКорзине	Экземпляр объекта-связи	0
5	Издательство		0
6	Автор		0
7	ПечатнаяПродукция	Печатная продукция	2
8	Кассета		2
9	Книга		7
10	Периодика	Периодическое издание	7

Таблица 7

Таблица Attributes

Id	Class_Id	Code	Description
11	1	Название	Название раздела
12	2	Название	Название товара
13	5	Название	Название издательства
14	6	ФИО	Фамилия И.О. автора
15	2	Цена	Цена единицы товара
16	4	Количество	Количество в корзине
17	9	Год	Год издания книги
18	8	Продолжительность	Продолжительность кассеты
19	10	Дата	Дата периодического издания
20	4	Товар	Ссылка на Id товара
21	7	Издательство	Ссылка на Id издательства

Реализуемость: аналогично предыдущей модели требует наличия подсистемы управления данными, облегчает ее реализацию благодаря представлению данных всех типов в одной таблице и требует лишь приведения типов. **Гибкость:** очень высокая, изменения в предметной области требуют внесения исправлений на уровне данных и не влияют на исходный код программы. **Особенности** – аналогичны модели Тенцера, для универсальности программы имеется необходимость поддержки уникального идентификатора в пространстве всей базы данных. Однако здесь эту проблему решить проще благодаря меньшему количеству таблиц. Объединение всех атрибутов в одну таблицу облегчает реализацию поиска и выборки их значений. **Объем базы данных и время выполнения операций** – очень высокие.

7. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Результаты измерения времени выполнения операций и объема базы данных приведены в табл. 8 и на рис. 8–17.

Произведем краткий анализ полученных результатов.

Открытие всех таблиц базы данных. Суммарное время открытия всех таблиц базы данных в модели Тенцера и ее модификации значительно превышает этот показатель для ROT и ее модификации (рис. 8). Это связано с «гигантскими» таблицами Objects, Links, Strings, Properties и т.д.

Выборка всех данных по одной Книге. На проведение выборки данных по одной Книге (рис. 9, 10) не влияет определение типа на этапе выполнения, так как в любом случае количество атрибутов остается одинаковым – максимальным. Хорошие результаты показывает модифицированная модель Тенцера, так как выборка самих значений производится по одной таблице ObjectData.

Выборка всех данных по одной Кассете. Общая картина практически не изменяется при универсальном запросе (без определения типа). В случае динамического определения типа товара для модели ROT с наследованием и модели Тенцера происходит резкое

уменьшение времени выполнения операции, так как в этом случае запрос строится по меньшему количеству таблиц.

Выборка всех данных по всем товарам. Результатом такой операции является не просто список наименований, а полная информация о каждом товаре. Поэтому модель Тенцера проигрывает модели ROT, однако значительно опережает ROT с наследованием благодаря меньшему количеству таблиц в таком запросе.

Вычисление суммы товаров в корзине. Время выполнения данной операции в модели Тенцера и ее модификации значительно больше, чем в модели ROT. Связано это с необходимостью учета ссылок через таблицу Links (или Containers) и вытекающим отсюда «каскадированием» запроса. К тому же, в модифицированной модели время вычисления суммы еще больше из-за необходимости преобразования данных строковых типов в числовые.

Добавление и изменение данных одной Книги. Увеличенное время выполнения данных операций в модели Тенцера и ее модификации по сравнению с ROT, опять же, объясняется более длинными таблицами, в которые вносятся данные. Причиной большого разброса времени выполнения этих операций, видимо, является ненаблюдаемое кэширование данных.

Таблица 8

Время выполнения операций и объемы баз данных

Параметр	Модель ROT	Модель ROT с наследованием	Модель Тенцера	Модифицированная модель Тенцера
Открытие всех таблиц базы данных, с	5,72–5,74	4,71–4,72	14,01–15,11	14,04–15,16
Выборка всех данных по одной Книге без определения типа, с	6,57–6,63	15,10–16,02	31,29–31,36	7,83–8,93
Выборка всех данных по одной Книге с определением типа, с	6,29–6,33	14,18–14,24	30,05–30,82	8,56–10,17
Выборка всех данных по одной Кассете без определения типа, с	6,43–6,49	15,12–15,14	15,67–16,46	8,71–10,05
Выборка всех данных по одной Кассете с определением типа, с	0,53	1,06–1,08	4,11–5,29	4,80–5,92
Выборка всех данных по всем товарам, с	60,12–91,90	206,47–236,32	97,81–135,25	94,83–113,11
Вычисление суммы товаров в корзине, с	8,61–8,84	8,45–9,35	12,08–13,06	13,50–14,86
Добавление новой Книги, с	0,03–0,05	0,04–0,13	0,14–0,55	0,17–0,57
Изменение данных по одной Книге, с	1,31–1,35	2,50–2,61	3,12–8,81	3,62–9,25
Объем базы данных, МБ	39,5	43,7	49,7	56,6

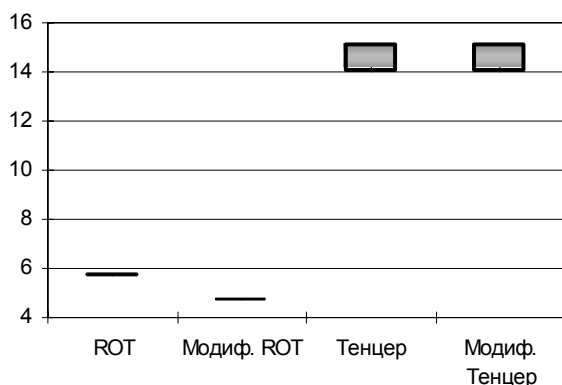


Рис. 8. Открытие всех таблиц базы данных, с

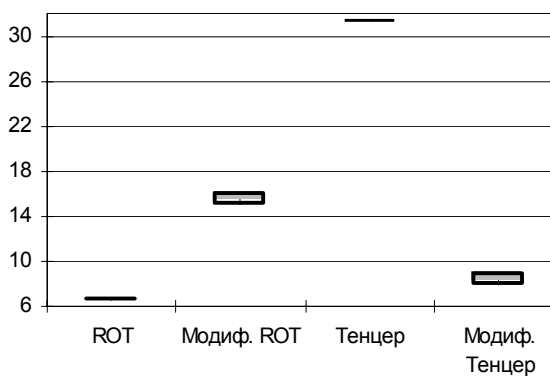


Рис. 9. Выборка всех данных по одной Книге без определения типа, с

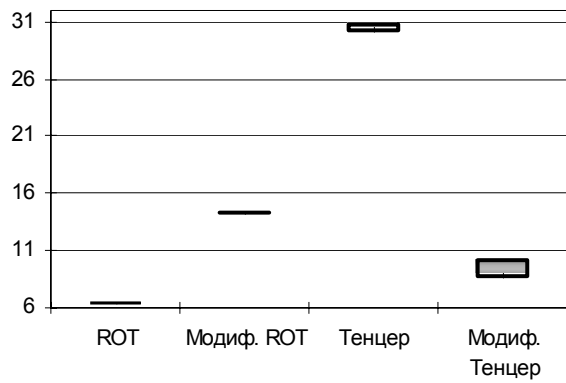


Рис. 10. Выборка всех данных по одной Книге с определением типа, с

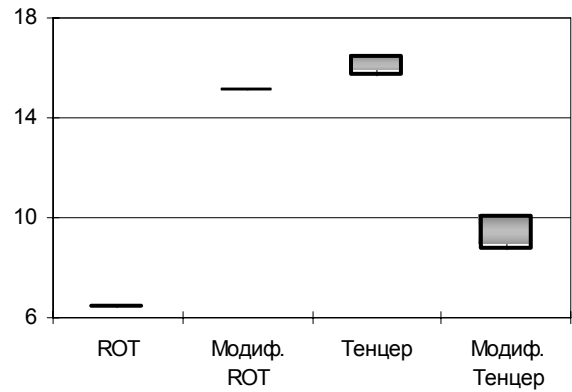


Рис. 11. Выборка всех данных по одной Кассете без определения типа, с

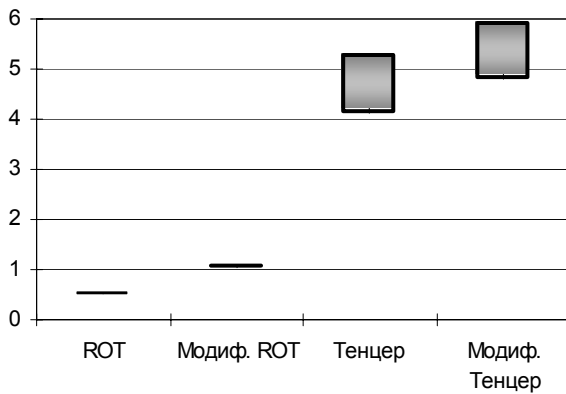


Рис. 12. Выборка всех данных по одной Кассете с определением типа, с

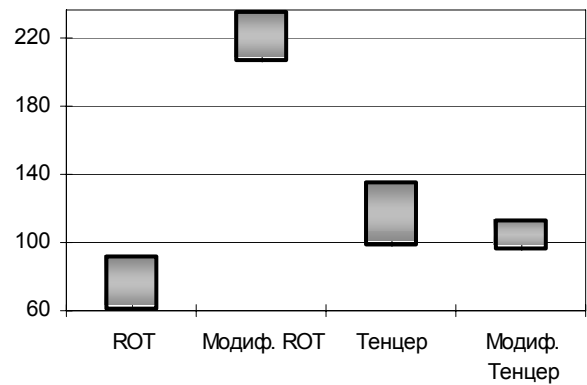


Рис. 13. Выборка всех данных по всем товарам, с

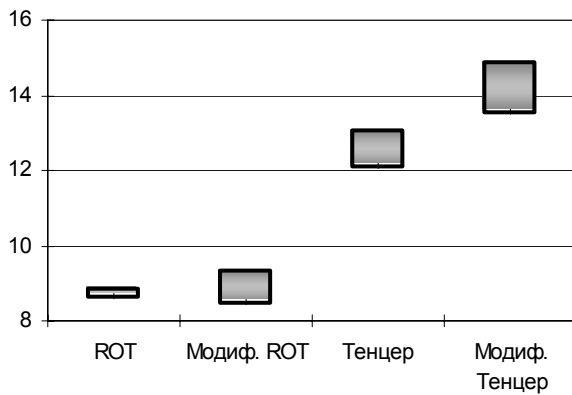


Рис. 14. Вычисление суммы товаров в корзине, с

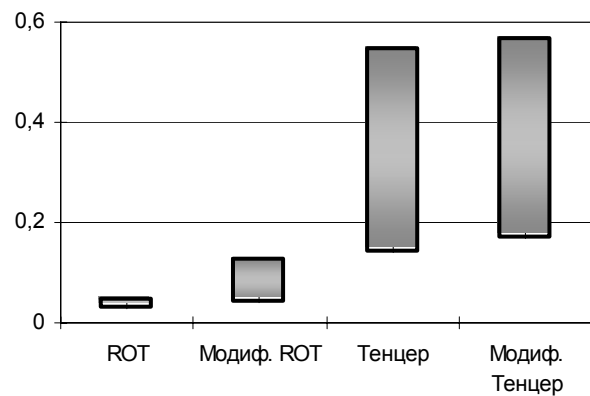


Рис. 15. Добавление новой Книги, с

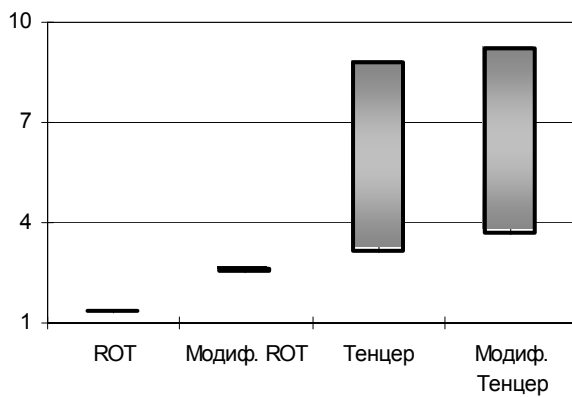


Рис. 16. Изменение данных по одной Книге, с

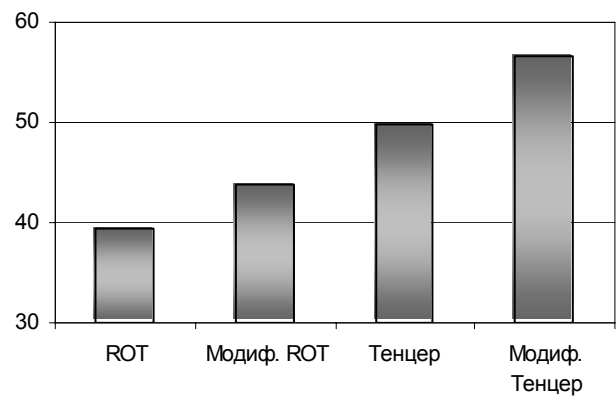


Рис. 17. Объем базы данных, МБ

ВЫВОДЫ

Полученные результаты показывают, что для создания небольших информационных систем, не требующих дальнейшего сопровождения, вполне подходит модель представления классов как таблиц (ROT): она позволяет быстро реализовать все необходимые операции над данными, при этом сами операции выполняются очень быстро, а размер базы данных получается минимальный. Для придания большей гибкости такой системе можно использовать модификацию модели ROT с наследованием (средние системы). При разработке сложных информационных систем, требующих длительного сопровождения и предполагающих дальнейшее развитие, рекомендуется использовать модифицированную модель Тенцера. При этом основной объем работ будет посвящен разработке

подсистемы управления данными, оптимизации скорости выполнения операций (при проведении тестов задачи решались «в лоб», без рассмотрения проблемы оптимизации). И хотя время выполнения многих операций в такой модели все равно останется достаточно большим, стоимость владения такой сложной информационной системой будет значительно ниже, чем выполненной в ROT, так как определяется лишь ценой подсистемы управления данными и ядром интерфейса. При этом практически все вопросы сопровождения программного продукта будут решаться на уровне конфигурирования специалистом квалификации «опытный пользователь» или «администратор ИС». В случае использования ROT, как было описано выше, стоимость сопровождения определяется работой более дорогого специалиста (возможно, нескольких) квалификации «программист».

ЛИТЕРАТУРА

1. Змеев О.А., Моисеев А.Н. Шаблон диаграммы компонентов информационной системы корпоративного уровня // Вестник ТГУ. 2002. № 275. С. 130–133.
2. Змеев О.А., Новиков Д.В., Моисеев А.Н. К вопросу проектирования уровня хранения в виде ООРБД // Вестник ТГУ. Приложение №1 (II), сентябрь 2002. Доклады IV Всероссийской конференции с международным участием «Новые информационные технологии в исследовании сложных структур», Томск, 10-13 сентября 2002. С. 363–367.
3. Войтиков К.Ю., Змеев О.А., Моисеев А.Н. Основные функциональные требования к подсистеме «Брокер объектных запросов» в рамках унифицированного процесса разработки программного обеспечения // Обработка данных и управление в сложных системах. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. Вып. 5. С. 3–13.
4. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. СПб.: Питер, 2001. 368 с.
5. Ларман К. Применение UML и шаблонов проектирования. 2-е изд. М.: Изд. дом «Вильямс», 2002. 624 с.
6. Тенцер А. База данных – хранилище объектов // КомпьютерПресс. 2001. № 8.
7. Войтиков К.Ю., Змеев О.А., Моисеев А.Н. Объектный подход к проблеме проектирования подсистемы нормативно-справочной информации // Обработка данных и управление в сложных системах. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. Вып. 4. С. 13–20.

Статья представлена кафедрой прикладной информатики факультета информатики Томского государственного университета, поступила в научную редакцию 30 апреля 2003 г.