

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 сильно 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 математической 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
Sadrıtdinova 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

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ИХ ОСНОВЕ

В статье описан подход к построению информационных моделей автомобильных дорог. Проведен системный анализ предметной области, рассмотрены существующие разработки. На базе проведенного исследования созданы новые модели объектов предметной области, непротиворечиво допускающие расширение и имеющие средства темпорального описания. На базе этих моделей строится единая модель дорожной сети, позволяющая решать многие задачи. Предлагается концепция построения информационной системы автомобильных дорог. Для этого рассмотрены задачи управления эксплуатацией, встающие в отрасли. На базе проведенного исследования выдвигаются требования к информационной системе и описывается реализация системы InRoads/Road

Задача информационного моделирования различных предметных областей в настоящее время является приоритетной в большинстве практических направлений использования информационных технологий. Большой интерес представляет создание моделей автомобильных дорог, что подтверждается большим количеством исследований в данной области. Однако до сих пор не решен ряд задач, таких, как описание движения сети дорог (ее состояния на определенные моменты времени), эксплуатационного сопровождения. В настоящей статье предлагаются подходы к их решению.

КРАТКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РАЗРАБОТОК

Развитие информационного моделирования автомобильных дорог в России можно разделить на несколько исторических этапов. На первом этапе начались опытные разработки моделей баз данных («Терра», Воронеж; Новосибирское территориальное управление автомобильных дорог, Новосибирск), а также геоинформационных моделей (ИДЦ «Индор», Томск). Это послужило толчком для разработки информационных систем на базе этих моделей во многих регионах. Эффективным этот этап назвать нельзя вследствие отсутствия общего методологического и системного подхода, нормативной базы и единого представления о конечном результате [1].

На втором этапе была сделана попытка выработать единый методологический подход и требования к информационной системе и моделям, на базе которых она построена (в рамках «Концепции построения комплексной системы информационно-телекоммуникационного обеспечения дорожной отрасли»). Также была предложена структура банка данных по состоянию сети автомобильных дорог (Ассоциация «РА-ДОРО»). Однако и этот этап оказался малоэффективным. В итоге большинство территориальных органов управления автомобильными дорогами перешли к разработке своих информационных систем по состоянию сети автомобильных дорог (третий этап). При этом некоторые разработки не отвечают требованиям вышеупомянутой «Концепции...».

Среди современных разработок следует отметить такие, как АБДД «Дорога», созданная ГП РосДорНИИ по заданию Федеральной дорожной службы России (в настоящее время Росавтодор). Информационная модель в данной системе продумана слабо, структура противоречива, имеется множество мест дублирования информации.

Далее следует отметить «Комплексную автоматизированную систему управления» (КАС), разработанную ОАО «Терра» по заданию «Воронежупрдор» [2]. Данная разработка отличается хорошо проработанной моделью, которая, однако, отличается большой про-

мозкостью и слабой структурированностью. Кроме того, в ней отсутствуют элементы темпорального и эксплуатационного описания дороги и ее элементов.

Система «Информационные ресурсы дорожной отрасли Приморского края» представляют собой корпоративный информационный банк данных [3]. Специфика используемых моделей такова, что достаточно велик процент геометрической и графической информации по объектам. Частично решен вопрос информационного моделирования эксплуатационных событий, однако полноценного темпорального описания нет.

Как пример тенденций графического моделирования автомобильных дорог следует привести информационные системы на базе ГИС-проектов МАДИ (ГТТУ) [4, 5].

Всё это позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, в настоящее время накоплен достаточно большой опыт информационного моделирования, выявлены важнейшие классы объектов и очерчен круг задач, в которых данные модели применимы. Отмечается тенденция использования графического моделирования с использованием геоинформационных систем [6].

В то же время остается нерешенными ряд задач, а именно: нет типовой модели предметной области, созданной на основе современных методик информационного моделирования [7, 8], нет строгих моделей для темпорального описания автомобильных дорог и их объектов и, как следствие, не разработаны методы анализа темпоральных данных в данном аспекте [9].

ОБЪЕКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Концептуальным в нашем построении объектной модели является то, что объекты сложной предметной области мы разбиваем на некоторую иерархию типов [10]. Для этого мы рассмотрим следующую группу классов объектов (рис. 1).

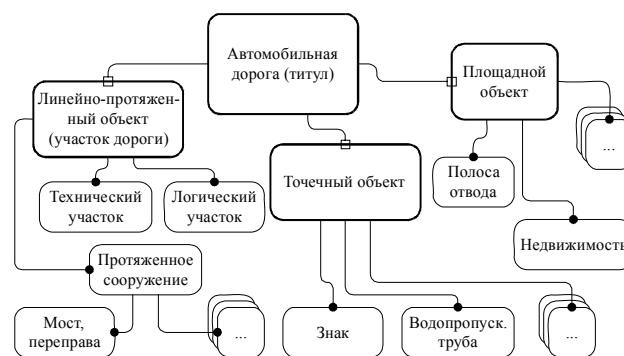


Рис. 1. Обобщенная классификация дорожных объектов

Автомобильная дорога состоит из объектов трех видов: протяженных (участков), точечных и площадных. Под участком или объектом будем понимать такое сооружение или протяженный фрагмент дороги, логический или технический, который исполняет определенный набор функций либо представляется в определенном качестве, может фигурировать в этом качестве как единое целое и при этом может быть целиком заменен на аналогичный. Необходимым требованием к участку и объекту является его необходимость с информационно-аналитической точки зрения. Так, например, в ряде практических случаев представляется важным рассматривать такие мелкие объекты, как слои дорожной одежды, детали пролета моста, а в ряде случаев – нет.

Для качественного разделения объектов по классам и наиболее простого и в то же время полного описания, удобного для анализа, необходимо выработать единую методику абстракции конкретных сущностей реального мира на основе унификации их параметров и функций.

ОБЪЕКТЫ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Мы уже выделили примерную структуру объектной иерархии и теперь можем привести общие положения по разделению конкретных сущностей по этим классам. Начиная с самого верха, выделим абстрактный объект дорожной сети. Самыми общими его чертами будут: принадлежность титулу, расположение, тип (принадлежность к тому или иному виду сущностей), состояние.

Набор возможных состояний будет расширяться по мере конкретизации описания объекта, списка объектов, находящихся в его составе. Самыми общими функциями будут: изменение состояния объекта, добавление нового объекта в состав данного, исключение определенного объекта из состава (рис. 2).

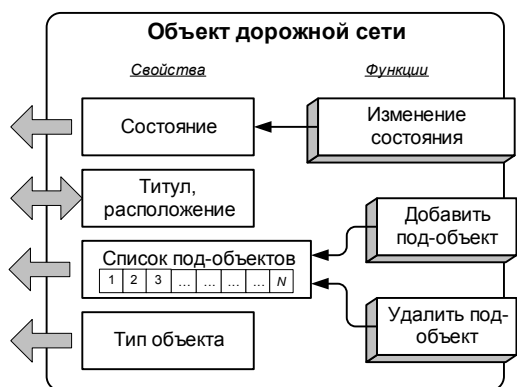


Рис. 2. Абстрактный объект

На следующем уровне абстракции рассмотрим такие объекты, как линейно-протяженные объекты (участки), строительные сооружения и другие точечные объекты (знаки, трубы и т.п.). Рассмотрим участок. Непрерывная и перекрывающаяся цепочка участков физически представляет собой дорогу. Участок имеет начало, конец, геометрическое описание, а также специфические для данного типа участка параметры (рис. 3).

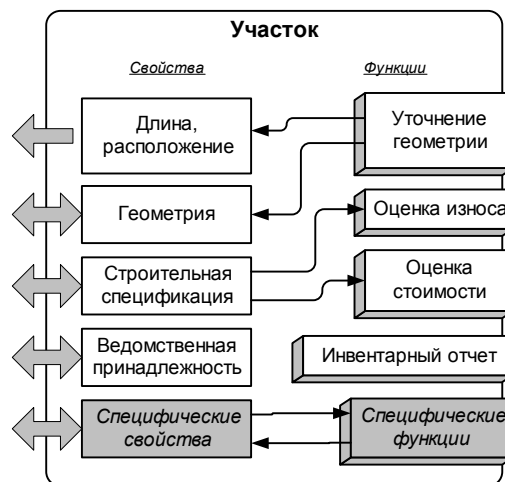


Рис. 3. Абстрактный участок

ТЕМПОРАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Темпоральное моделирование распадается на две задачи: отслеживание технологических событий (моделирование жизненного цикла: событий, дефектов и работ); отслеживание и архивирование изменения параметров. Для этого предлагается использовать следующие модели.

Основным объектом для описания жизненного цикла объекта дороги будет *событие*. Событие – любое действие, производимое системой управления над объектом. Это могут быть измерения характеристик, ремонтные работы и другие действия – в зависимости от типа события (рис. 4).

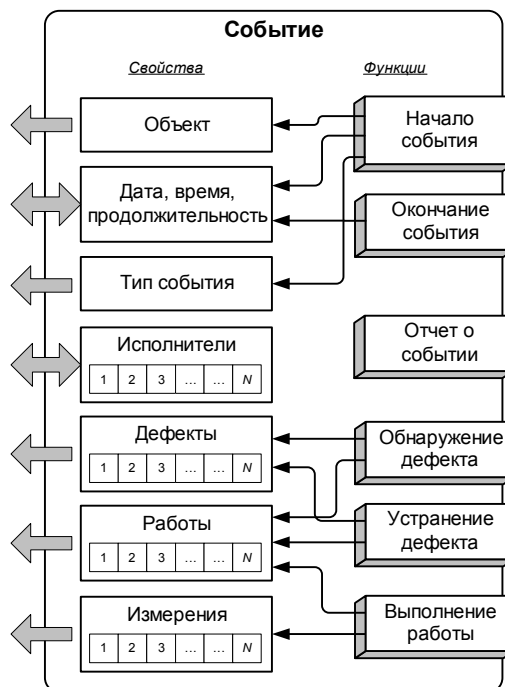


Рис. 4. Событие жизненного цикла

Любая информация об изменении состояния объекта появляется при проведении очередного события. Это может быть информация об обнаруженных и устраненных дефектах, изменении характеристик объекта, зафиксированных в результате измерений.

Фактически событие состоит из *работ*. Это могут быть ремонтно-восстановительные работы, работы по содержанию, по измерению параметров и т.п. (рис. 5). Функция «Окончание работы» может вызвать функции «Обнаружение дефекта» и «Устранение дефекта» у события, в составе которого происходит работа. Функции «Начало работы» и «Окончание работы» вызываются из функции события «Выполнение работы».

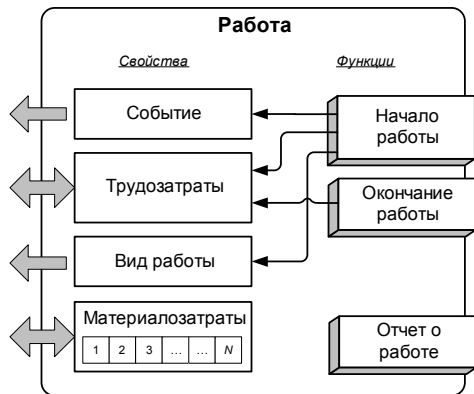


Рис. 5. Абстрактная работа

Дефекты обнаруживаются в ходе выполнения работ. Некоторые из них могут быть устранены прямо в ходе выполнения работ события, а некоторые могут остаться неустранимыми в течение некоторого времени. В соответствие с типом дефекта должна осуществляться автоматическая выдача рекомендаций, которая будет автоматически генерировать планы работ (рис. 6).

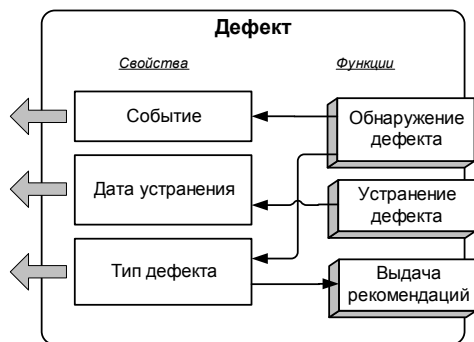


Рис. 6. Абстрактный дефект

Измерения значений параметров предлагается моделировать при помощи объекта, изображенного на рис. 7. Здесь находит отражение также такая информация, как условия проведения измерений, что часто является важным.

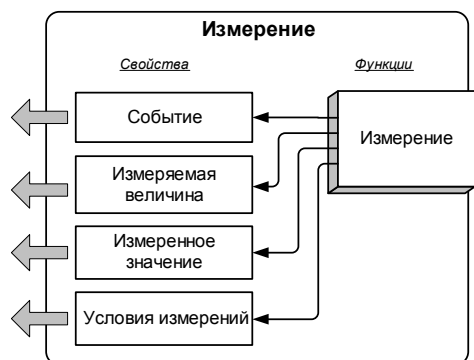


Рис. 7. Абстрактное измерение параметра

На рис. 8 изображены жизненные линии работ, дефектов, параметров некоторого объекта дорожной сети. Данная информационная структура позволяет решать обе задачи – отслеживание событий и изменения параметров.

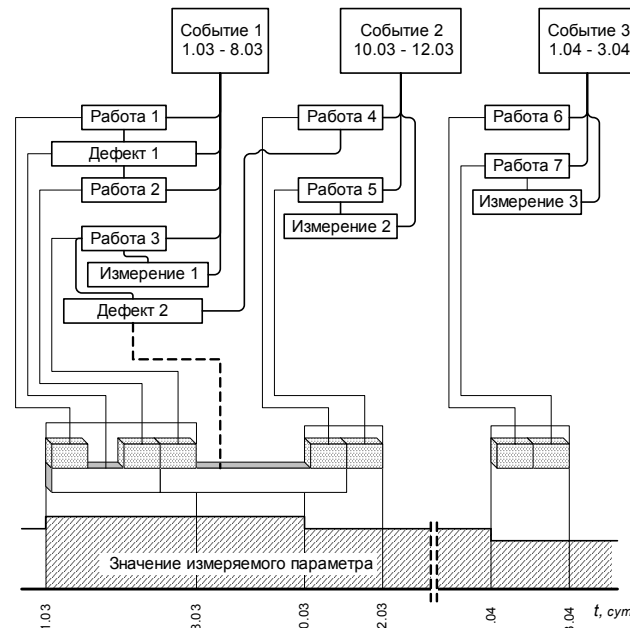


Рис. 8. Фрагмент жизненного цикла объекта

ER-МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время при моделировании структур баз данных одной из наиболее распространённых нотаций является модель данных Entity-Relation (Сущность-Связь) [7]. При ER-моделировании в предметной области выделяются определенные классы реальных или логических объектов, называемые *сущностями*. Далее между сущностями устанавливаются различные связи и взаимозависимости, которые называют *отношениями*.

Основной сущностью является *Дорожный объект*, принадлежащий некоторому *Титулу*. Для титула определены важнейшие обобщенные показатели: наименование, шифр, статус, уровень содержания. С титулом связаны Права землепользования, относящиеся к нему.

Дорожные объекты подразделяются на *Участки дороги*, *Дорожные знаки*, *Водопротусные трубы*, *Паромные переправы* и *мосты*. В свою очередь, *Недвижимость* является базовой сущностью для *АЗС* и *Автобусной остановки*. В состав *Мостового сооружения* входят *Пролеты*.

Модель *Дорожного знака* представляет тип знака, расположение относительно оси дороги и текст (для знаков индивидуального проектирования и знаков, имеющих текст).

Модель *Водопротусной трубы* представляет параметры трубы, схему, данные по укреплению.

Рассмотрим линейно-протяженные объекты – участки. Участки дороги подразделяются на логические и физические. Логические участки (*Районный участок дороги*, *Участок обслуживания*, *Категорийный участок*, а также *Участок проведения работ*, не представленный отдельной сущностью) отражают разделение дороги на логические участки по некоторому признаку.

Физические участки (*Участок проезжей части, Участок слоя дорожной одежды, Участок дорожного покрытия, Участок обочины, Переходно-скоростная полоса, Полоса отвода, Ограждение, Водоотведение, Снегозащитное сооружение*) представляют реальные протяженные объекты либо участки дороги, имеющие одинаковые на своем протяжении параметры.

Среди участков следует особо выделить *Межузловой участок*, представляющий собой ребро графа дорожной сети. Цепочка соединенных в узлах межузловых участков представляют собой непрерывное представление титула в дорожной сети. Данная форма представления позволяет описывать титулы с подъездами, входящими в титул, съездами и несколькими вариантами самого титула. Все объекты дорожной сети привязываются к межузловым участкам для точного определения местоположения объекта в сети.

Для представления жизненного цикла дорожного объекта используется сущность *Событие*, имеющее даты начала и окончания, тип, а также описывающий документ (акт, отчет и т.п.). Для события указывается организация, исполнившая данное событие. В составе события имеются *Работы, Дефекты* (выявленные и/или устраненные), а также *Результаты измерений*.

Данная модель позволяет непротиворечиво описывать объекты дороги, титулы и дорожную сеть в целом. Модель предоставляет возможности отслеживания жизненного цикла дорожных объектов, ведения архивов документов по объектам и их эксплуатации, правам землепользования. Модель создана таким образом, что позволяет проводить дальнейшее ее расширение, добавляя новые сущности, описывающие новые типы дорожных объектов и участков. При этом они будут вписываться в существующую иерархию, что позволит избежать противоречий и дублирования.

МОДЕЛЬ ДОРОЖНОЙ СЕТИ

На основе приведенных выше моделей строится целостная модель дорожной сети. В данное построение входят, во-первых, титулы, во-вторых, участки, из которых они состоят. На основе предложенных межузловых участков строится связанный граф дорожной сети. Дорожная сеть может быть подразделена на территориальные сети путем выделения титулов или их участков, расположенных в соответствующих регионах или районах. Аналогичным образом сеть подразделяется на сети, обслуживаемые ДРСУ, принадлежащие некоторым ведомствам и т.п. (рис. 9).

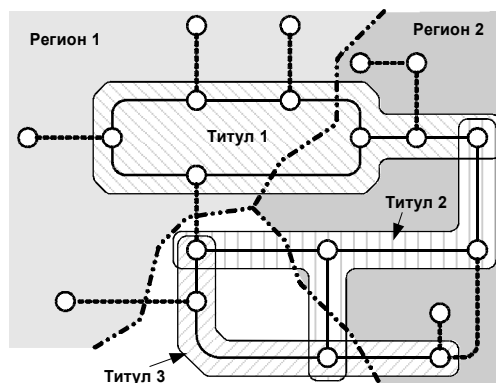


Рис. 9. Выделение территориальных сетей

ОБЗОР ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ

В процессе эксплуатации дорог перед системой управления встает целый ряд задач [11]. Рассмотрим основные прикладные задачи, встающие при управлении (рис. 10).



Рис. 10. Классификация задач управления

Рассмотрим задачи инвентаризации, паспортизации и учета. В литературе подробно описаны конкретные способы и методические указания по инвентаризации, паспортизации и учету [12]. Данный класс задач является базовым в управлении дорожными сетями. Обобщая различные подходы к инвентаризации, можно выделить следующие характерные черты. Во-первых, целью инвентаризации является точное определение наличия объектов, участков дороги; их уникальная идентификация. Другой целью инвентаризации является выяснение состояния объектов. Инвентаризация – непрерывный процесс, происходящий при вводе в строй новых объектов и участков, обследовании эксплуатируемых и ликвидации старых. Этот процесс тесно связан с паспортизацией дороги и ее объектов.

Дорожные сети, как один из классов инженерных сетей, представляют собой пространственные объекты, имеющие, как правило, достаточно крупные масштабы. Рассмотрим виды пространственной информации о дорогах и сферы ее применения:

- Планы расположения дороги и объектов на местности. Данная информация необходима для эксплуатационных бригад, для планирования строительства, согласования целого класса работ, экологического анализа, взаимодействия со смежными землепользователями, анализа близости различных объектов на местности и объектов сетей, для проведения различного вида расчетов.

- Геометрические профили дороги.

Планы расположения дороги и объектов основываются на картах и планах территорий, на которых проложена сеть, или, иными словами, топооснове. Топооснова должна иметь точность, необходимую для привязки к ней объектов сети. Для решения задачи построения профилей также необходима информация о рельефе местности.

Задачи предпроектного анализа зачастую встают во время эксплуатации. К ним относятся расчеты нагрузок и транспортных потоков, календарных и часовых графиков их изменения. Особенностью расчета нагрузок и транспортных потоков является то, что в ряде случаев невозможно заранее точно их определить. В этом случае применяется использование типовых оценок для различных ситуаций и более тонкие методы моделирования. Расчет календарных и суточных графиков нагрузок необходим, так как они сильно зависят от времени года и суток.

Задачи моделирования жизненного цикла дороги можно разделить на три основных вида. Это задачи моделирования технического состояния дороги, объектов и событий во времени, задачи отслеживания характеристик во времени, задачи отслеживания конфигурации сети во времени.

Задача моделирования технологического состояния оборудования и событий формулируется следующим образом. Для всех видов объектов требуется иметь полную информацию:

- о дефектах, времени их обнаружения и устранения;
- о регламентных и ремонтно-восстановительных работах, времени их проведения, исполнителях данных работ;
- о динамике изменения остаточного ресурса.

Расчетные задачи анализа и управления включают в себя расчеты транспортных, грузовых и пассажирских потоков, анализ дорожно-транспортных происшествий, а также расчет нагрузочных способностей дорог в различные сезоны. Большинство из данных видов расчетов имеют прямое практическое значение.

ОКРУЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Сеть автомобильных дорог не существует сама по себе, она является следствием потребностей окружающего мира в транспортных услугах. Для целостного системного анализа нам также потребуется определить ближнюю и дальнюю среду, а также круг лиц, принимающих жизненные решения.

Ближней средой сети автомобильных дорог являются объекты, явно взаимодействующие с сетью: автотранспорт, грузы и пассажиры, персонал обслуживающих организаций и территориальные объекты, на территории (или в непосредственной близости) которых пролегают дороги, например регионы, населенные пункты, инженерные сети, объекты гидрографии и т.п. (рис. 11).

Дальней средой сети автомобильных дорог являются объекты, неявно или опосредованно взаимодействующие с сетью: органы власти той территории, на которой располагается сеть дорог; общество, чьи потребности выполняет сеть дорог и чей уровень жизни она должна поддерживать; природа, которая несет экологическую нагрузку от взаимодействия с дорогами; культура, в рамках которой дороги выполняют утилитарную роль и являются объектом ее внимания [11,12].

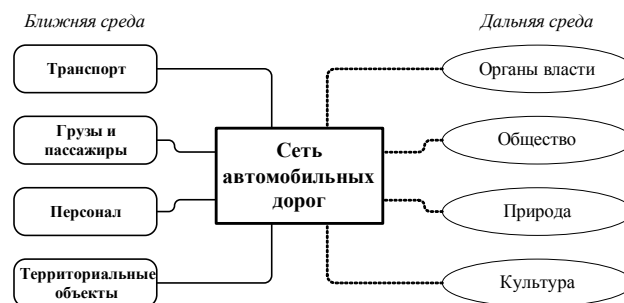


Рис. 11. Окружение сети автомобильных дорог

ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

На основе всего вышесказанного авторы формулируют следующие требования, предъявляемые информационной системе. Система должна обеспечивать:

- оперативное получение информации об автомобильных дорогах в любой части интересующей территории (город, район, регион);
- совместное представление автомобильных дорог и различных территориальных объектов, инженерных сетей на едином плане (топооснове);
- информационное обеспечение для планирования работ по реконструкции и ремонту дорог;
- полное отслеживание дефектов, работ по содержанию и ремонтно-восстановительных работ;
- контроль сроков и качества выполнения работ;

- отслеживание остаточного ресурса и стоимости объектов автомобильных дорог;
- ведение архива документов по всем объектам сети и по эксплуатационным событиям;
- автоматизация формирования текущих документов и выходных форм отчетности;
- формирование исходных данных для расчетно-аналитических программных средств.

АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В основе информационной системы лежат предложенные выше модели предметной области. Здесь мы остановимся на их реализации в рамках информационной системы IndorInfo/Road.

В качестве сервера для хранения данных используется СУБД Microsoft SQL 2000.

Клиентская часть предоставляет высокоуровневые средства для работы с объектами, организованными в виде дерева (рис. 12). Здесь отображаются титулы и составляющие их объекты: участки (линейно-протяженные объекты, такие, как участки обслуживания, прохождения по районам, участки проезжей части и т.п.), и точечные объекты, такие, как дорожные знаки, автобусные остановки, водопропускные трубы и т.п. Они сгруппированы по каждому титулу в соответствующих папках.

Редактирование осуществляется при помощи форм, которые вызываются для выделенного титула, участка или объекта (рис. 13).

Информационная система предусматривает ввод, хранение и обработку информации о «жизненном цикле» автомобильной дороги как совокупности данных об эксплуатационных событиях ее отдельных частей. В силу этого каждый объект и участок, описанный в информационной системе, может иметь описание произведенных с ним работ, выявленных дефектов, произведенных измерений и оценок, и документов, описывающих произведенные действия (рис. 14).

Для каждого объекта ведется архив документов, связанных с ним. Они могут добавляться, редактироваться в соответствии с правами пользователей (рис. 15).

Для разграничения прав пользователей разработана гибкая система защиты, позволяющая назначать права как на виды объектов в целом, так и на отдельные объекты. Разграничение прав ведется на уровне групп пользователей, что позволяет достигнуть высокой гибкости. Система использует как стандартные средства СУБД, так и собственные.

Клиентская часть также выполняет функции визуального отображения дорог на карте местности при использовании ГИС IndorGIS 5 (рис. 16).

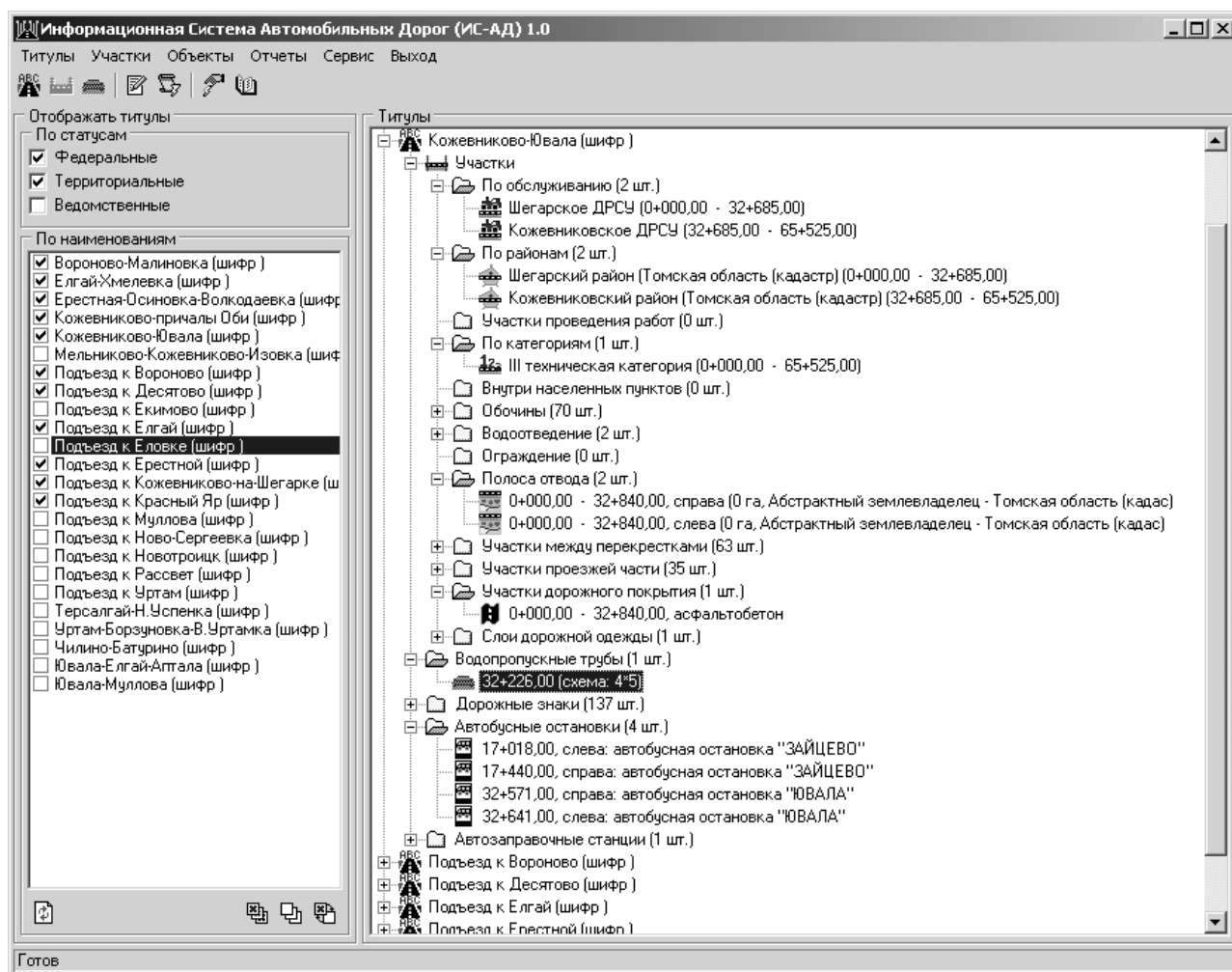


Рис. 12. Внешний вид клиентской части

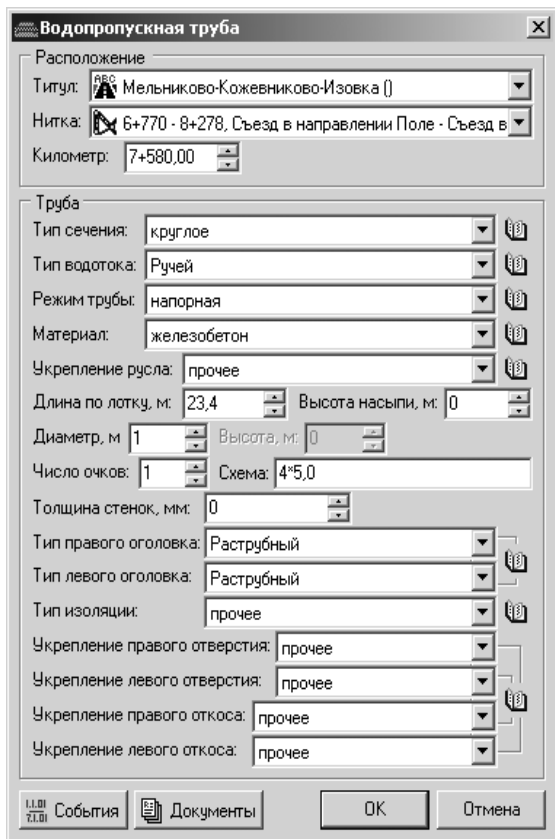


Рис. 13. Водопропусная труба

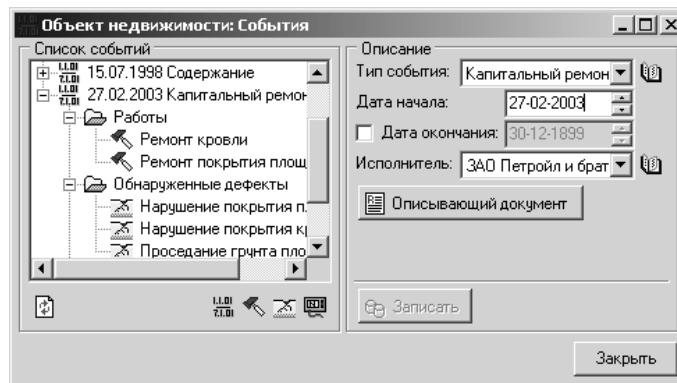


Рис. 14. Информация по событиям с объектом

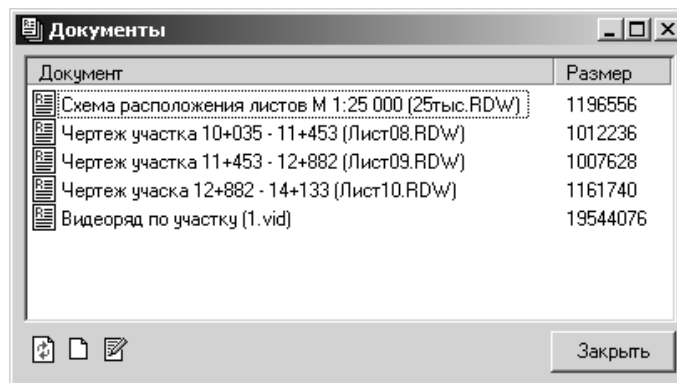


Рис. 15. Документы по объекту

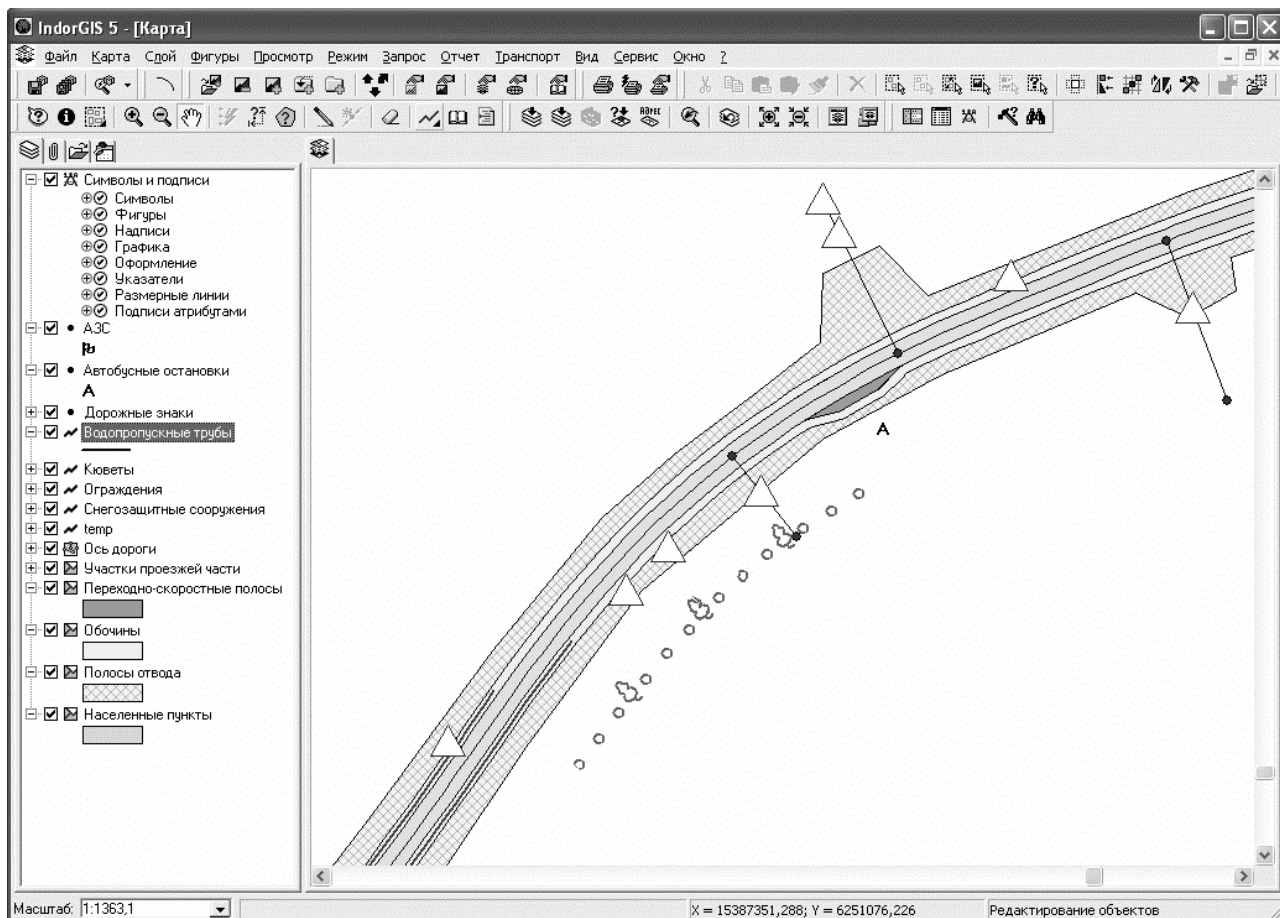


Рис. 16. Представление геометрии дороги и объектов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные авторами информационные модели позволяют строго, структурированно и непротиворечиво описывать предметную область. Элементы темпоральности, введенные в модели, универсальны и достаточны для описания движения автомобильных дорог, динамики изменения их параметров, дефектов, а также для ведения эксплуатационной информации.

На основе проведенного обзора задач и проблем предметной области сформулированы требования к информационной системе и предложена архитектура ее построения. Данные модели, требования и архитектура были успешно применены при построении информационной системы IndorInfo/Road, разработанной в ООО «ИндорСофт» (г. Томск). Продукт отличается большой открытостью, логичностью работы и наглядным представлением информации. Система IndorInfo/Road прошла практическую апробацию в ряде предприятий отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Благодаров А.* Обзор САМ-систем // Компьютер Пресс. 1997. №3. С. 22–23.
2. *Комплексная автоматизированная система управления «Воронежупрдор»* на базе локальной вычислительной сети. Воронеж: ОАО «ГЕРРА». 33 с.
3. *Волошина В.Н.* Информационные ресурсы в управлении дорожной отраслью Приморского края // Геоинформатика-2000: Труды Международ. науч.-практич. конф. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. С. 260–265.
4. *Поспелов П.И., Котов А.А.* Создание информационной системы управления автомобильными дорогами на основе внедрения ГИС-проектов «Инвентаризация» и «Паспортизация» // Геоинформатика-2000: Труды Международ. науч.-практич. конф. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. С. 256–260.
5. *Поспелов П.И., Котов А.А.* Совершенствование информационной системы управления автомобильными дорогами на основе внедрения ГИС-проектов «Инвентаризация» и «Паспортизация» // Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог: Сб. науч.тр. М.: МАДИ (ГТУ), УФ МАДИ (ГТУ), 2001. С. 81–85.
6. *Сарычев Д.С., Скворцов А.В.* Применение ГИС в дорожной отрасли // Актуальные проблемы повышения надежности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений на них: Сб. трудов Всерос. науч.-практич. конф. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003. С. 17–19.
7. *Буч Г.* Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. М.: Конкорд, 1992. 519 с.
8. *Чен П. П.-Ш.* Модель «Сущность-связь» – шаг к единому представлению данных // СУБД. 1995. № 3. С. 137–158.
9. *Крысин С.П., Акулов А.П., Сарычев Д.С.* Подход к построению информационной системы автомобильных дорог // Актуальные проблемы повышения надежности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений на них: Сб. трудов Всерос. науч.-практич. конф. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003. С. 20–22.
10. *Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.* Основы системного анализа: Учеб. 2-е изд., доп. Томск: Изд-во НТЛ, 1997. – 396 с.
11. *Сильянов В.В.* Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. М.: Транспорт, 1977. 303 с.
12. *Сильянов В.В.* Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1984. 287 с.
13. *Крысин С.П., Акулов А.П., Сарычев Д.С.* Подход к построению информационной системы автомобильных дорог // Актуальные проблемы повышения надежности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений на них: Сб. трудов Всерос. науч.-практич. конф. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003. С. 20–22.
14. *Бойков В.Н., Крысин С.П., Сарычев Д.С. и др.* Информационная система автомобильных дорог. Томск: Индор, шифр 01н/02, 2003. 63 с.

Статья представлена кафедрой теоретических основ информатики факультета информатики Томского государственного университета, поступила в научную редакцию 15 мая 2003 г.