

На правах рукописи

Орехова Диана Александровна

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

05.25.05 – информационные системы и процессы

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Таганрог - 2013

Работа выполнена в Южном федеральном университете.

Научный руководитель: Беляков Станислав Леонидович,
доктор технических наук, профессор.

Официальные оппоненты: Ковалев Сергей Михайлович,
доктор технических наук, профессор.
Ростовский государственный университет путей сообщения, кафедра Автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте, профессор кафедры.

Ромм Яков Евсеевич доктор технических наук, профессор. Таганрогский государственный педагогический институт им. А.П. Чехова, кафедра Информатики, заведующий кафедрой.

Ведущая организация: Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (ОАО «НИИАС»), г. Москва.

Защита диссертации состоится «23» декабря 2013 г. в 14-20 часов на заседании диссертационного совета Д 212.208.25 Южного федерального университета по адресу: 347928, Ростовская обл., г. Таганрог, ул. Чехова 2, ауд. И-409.

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной библиотеке Южного федерального университета по адресу: 344000, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону, ул. Пушкинская, 148.

Автореферат разослан «__» ноября 2013 г.

**Ученый секретарь
диссертационного совета**

Брюхомицкий Ю.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Пространственные данные составляют основу информационного обеспечения геоинформационных систем (ГИС). Различные современные ГИС дают возможность в целом накапливать информационные ресурсы и изменять представления пространственных данных в зависимости от характера прикладных задач. Такие представления следует рассматривать как статические, т.к. они фиксированы для информационных ресурсов ГИС и имеющих средств их отображения, как в растровых, так и в векторных моделях.

Механизмы статического изображения широко используются в современных системах, ориентированных на принятие решений, таких как Arcview GIS (ESRI), ARC/INFO (ESRI), ArcGIS (ESRI), Mapinfo (Mapinfo Corp), GeoDraw/GeoGraph (ЦГИ ИГ РАН), MGE (Integrgraph), Geomedia (Intergraph), AutoCAD MAP 3D (AutoDesk), Objectland (ЮПКЦ "Земля") и др..

Как показал анализ, вышеперечисленные ГИС позволяют эффективно решать задачи создания, хранения и распространения электронных карт. Дальнейшее использование таких систем в прикладных областях наталкивается на ряд проблем, связанных с непрерывными изменениями внешнего мира, трудоемкостью визуального анализа и накоплением пространственных данных.

Статическое представление пространственных данных не является единственно возможным в системах, ориентированных на принятие решений. В таких системах следует учитывать динамическое представление, позволяющее снизить количество примитивов до оптимального. Таким образом, встает проблема построения конструктивно целостных картографических образов, лишенных избыточности, проявление которой искажает результат и повышает риск при его практической реализации.

Снижение избыточности информации - одна из фундаментальных задач теории информации, решением которой занимались К. Шеннон, Л. Больцман, Дж. К. Максвелл, Р. В. Л. Хартли, Р. Л. Стратонович, А. Н. Колмогоров и др..

В геоинформатике задача снижения избыточности информации должна учитывать содержательные особенности визуальных картографических образов. Решению этой задачи в данной области посвящены работы Берлянт А.М., Тикунова В. С., М. Де Мерс, Цветкова В.Я., Кошкарева А.В. и др..

Как показывает анализ, число публикаций, посвященных данной тематике, устойчиво растет, что указывает на стабильный научный и практический интерес к рассматриваемой в диссертационной работе проблеме.

В рамках решения данной проблемы, конструирование рассматриваемого класса систем, требует новых методов представления пространственных данных. Такая необходимость диктуется также усложнением задач управления информационными потоками и накоплением информационных ресурсов в ГИС.

Таким образом, можно утверждать, что проблема, поставленная в диссертационной работе, является актуальной и важной для области исследования и функционирования особого класса информационных систем – ГИС.

Целью диссертационной работы является разработка и исследование метода и моделей для динамического представления пространственных данных в геоинформационных системах.

Основные задачи исследования. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1) анализ и классификация моделей представления пространственных данных, моделей информации и выработка стратегий их усовершенствования, исходя из необходимости учета неопределенностей исходных данных о решаемой задаче и устранения избыточности;

2) разработка концептуальной модели представления пространственных данных для решения прикладных задач;

3) разработка модели классификации пользователя в ГИС;

4) разработка метода динамического представления пространственных данных в ГИС, направленного на упорядочивание и разделение информационных потоков;

5) экспериментальное исследование подсистемы, разработанной на основе метода динамического представления пространственных данных в ГИС.

Объектом исследования являются геоинформационные системы, ориентированные на принятие решений.

Методы исследования. Для постановки и решения задач в диссертационной работе используются принципы пространственного анализа картографических объектов, моделирования человекомашинного взаимодействия в ГИС, принципы интеллектуального управления и элементы теории нечетких множеств. Используются методы проектирования ГИС и баз данных, а также нормативно - правовая база в области пространственных данных и ГИС.

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем:

1. Новая концептуальная модель формирования картографических образов из информационных ресурсов ГИС - рабочая область. Модель описывает особую сущность, необходимую для управления представлением пространственных данных. Отличительная особенность - описание пространственной, семантической и временной границы для анализируемых данных. По сравнению с использованием известных моделей такого рода, новая модель позволяет сократить избыточность, снизить сетевой трафик, повысить качество восприятия.

2. Модель адаптации ГИС к поведению пользователя, позволяющая в процессе диалога с системой корректировать границы рабочей области. Отличительная особенность модели - использование протокола выполнения операций манипулирования картографическим изображением в сеансе работы с ГИС. Эффект проявляется в оперативной настройке на необходимые процедуры корректировки границ рабочей области.

3. Метод построения рабочей области с учетом индивидуальных особенностей пользователей, зарегистрированных в системе. Отличительная особенность - использование составного критерия на основе метаданных о пространственной, семантической и временной границе рабочей области. По сравнению с известными методами построения ответа на запрос в ГИС, новый метод позволяет получать новые решения в заданной ситуации с минимальным прогнозируемым

значением потерь, тем самым снижая время обработки запроса и риски при его практической реализации.

Практическая значимость диссертационной работы:

- разработка подсистемы динамического представления (ПДП), способной определять изменения в пространственных данных, предоставляемых пользователю;

- повышение эффективности использования ГИС для решения прикладных задач за счет предоставления пользователю ответа с учетом динамики пространственных данных.

Реализация и внедрение результатов работы. Результаты работы внедрены на предприятиях: филиал "Крыловский Земельный центр" ГУП КК "Кубанский НИ и ПИ Земельный центр" (ст. Крыловская, Крыловского р-на, Краснодарского края) и ЗАО «ИНТЕХ» (г. Таганрог, Ростовская обл.), так же материалы диссертации используются на кафедре Информационных измерительных технологий и систем (ИИТиС) в ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» в цикле лекций и практических занятий по курсам "Кадастр застроенных территорий" и "Программное обеспечение ГИС", что подтверждено соответствующими актами.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы обсуждались и были одобрены на 4 международных и 2 всероссийских научных конференциях:

- IV Международная конференция "Стратегия качества в промышленности и образовании", Болгария, г. Варна, 2009 г.
- V Международная конференция "Стратегия качества в промышленности и образовании", Болгария, г. Варна, 2010 г.
- X Всероссийская научная конференция студентов и аспирантов "Техническая кибернетика, радиоэлектроника и системы управления", Россия, Таганрог, г. 2010 г.
- IV Международная научно - практическая конференция "Современные проблемы гуманитарных и естественных наук", Россия, Москва, г. 2010 г.
- II Всероссийская научно - практическая конференция с международным участием "Кадастр и геоинформационные технологии в управлении городским хозяйством", Россия, г. Самара, 2010 г.
- XXXVI Международная молодежная научная конференция "Гагаринские чтения", Россия, г. Москва, 2010 г.

Публикации. Основные результаты диссертационного исследования отражены в 1 монографии, 4 статьях, опубликованных в ведущих научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ. Всего по теме диссертации имеется 12 публикаций.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка из 117 наименований, изложенных на 152 страницах и пяти приложений. Содержит 41 рисунок, 9 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели, основные научные результаты, выносимые на защиту, приведены сведения о практической значимости, апробации и внедрении результатов исследований, дано краткое содержание основных разделов диссертации.

В первой главе исследованы особенности информационного моделирования в среде геоинформационных систем: проведен критический анализ функциональных возможностей современных ГИС, классифицированы и проанализированы существующие методы и структуры представления пространственных данных, выделены особенности решения задач с использованием визуального анализа. Сформулирована задача исследования.

Как показал анализ, современные ГИС позволяют эффективно решать задачи создания, хранения и распространения электронных карт, а визуализация в них статическая. Пользователю вручную приходится обрабатывать полученные картографические образы и скрывать избыточные элементы карты.

В задачах, ориентированных на принятие решений, подход ручной доработки результата недопустим, так как присутствует ряд ограничений: время обработки запроса, трафик для передачи картографического образа и субъективное восприятие.

Результат выполнения запроса - карта, целостное описание которой в запросе отсутствует, это объясняется тем что запрос может задаваться в контекстах решения различных задач. Именно это приводит к тому, что многие детали отображения определяются на стороне сервера. Если полезность объектов, соответствующих запросу не очевидна, то добавленные сервером объекты могут оказаться бесполезными для решения задачи, то есть избыточным. В этой связи одной из важнейших задач планирования, разработки и усовершенствования ГИС является формирование картографических образов для конкретного класса пользователей, при ограничениях. Вводимые ограничения и классификация пользователя позволят снизить избыточность в ответе на запрос.

В результате критического анализа существующих методов и структур представления геоинформационных ресурсов, образована новая модель полных информационных ресурсов ГИС - система J , которая состоит из семантических W , пространственных S и временных T параметров пространственных данных

$$J = \langle W, S, T \rangle.$$

Если D_K - трафик передачи всей карты ГИС, D_L - трафик для передачи пространственных данных, необходимых для ответа на запрос определенного пользователя, то избыточность при передаче по запросу в качестве ответа всей карты равна

$$\Delta_{изб} = D_K - D_L.$$

Количественно избыточность измеряется числом примитивов окружения запроса, от которого линейно зависит число бит, переданное по каналу связи.

На основании проведенных исследований выработаны стратегии усовершенствования структуры информационных ресурсов ГИС и накоплена информация о физической среде существования подсистемы динамического представления пространственных данных.

Таким образом, задача неоднозначного представления пользователю статического картографического образа, решается с помощью динамического представления пространственных данных в ГИС. Для этого требуется ввести критерий выбора пространственных данных в ГИС Q , состоящих из примитивов ω_i , $i = 1, N$, $\omega_i \in J$.

Для того чтобы картографический образ $\Omega_{\kappa\sigma}$ был как много ближе к требуемому $\Omega_{\kappa\sigma}^*$, необходимо построить такую информационную меру Q для $\forall \omega_i$, которая позволила бы различать элементы $\omega_i \in J$ при построении $\Omega_{\kappa\sigma}^*$:

$$\begin{cases} I(\Omega_{\kappa\sigma}^*) \rightarrow \max \\ R < R^* \\ Q: Q_k = \gamma_{\max}, k = 1, \dots, n \end{cases}$$

где $I(\Omega_{\kappa\sigma}^*)$ - мера количества информации требуемого картографического образа, R - ресурс, затрачиваемый на построение $\Omega_{\kappa\sigma}^*$, R^* - максимальный ресурс стабильной работы системы, k - число $\Omega_{\kappa\sigma}$, полученных как ответ на запрос пользователя, γ_{\max} - значение критерия при $I(\Omega_{\kappa\sigma}^*) \rightarrow \max$.

Процедура нахождения критерия Q должна учитывать смысловое содержание пространственных данных для пользователя определенного класса.

Вторая глава посвящена разработке концептуальной модели рабочей области в ГИС, разработана и исследована новая мера количества информации - информативность.

Концепция построения рабочей области заключается в формировании картографических образов $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\}$, состоящих из графических примитивов ω_i , в пределах семантической W , пространственной S и временной T границ.

Тогда полные информационные ресурсы ГИС представляются как сумма рабочих областей

$$J = \sum_{i=1}^N \Omega_i.$$

Семантические границы рабочей области W заданы описанием семантических свойств пространственных объектов в виде списка

$$W = (q_1, q_2, \dots, q_w),$$

где $q_i = (p_{qi}, v_{qi})$ - пара, состоящая из элемента классификатора p_{qi} и его значения v_{qi} . Классификатор семантических признаков пространственных объектов является обязательным элементом любой ГИС, ориентированной на принятие

решений. Семантические границы отражают смысл наборов примитивов, образующих пространственные объекты в ГИС.

Пространственные границы заданы совокупностью замкнутых кривых, каждая из которых ограничивает область на карте. Область рабочей области S является многокомпонентной, т. е. описывается множеством областей

$$S = \{F_1, F_2, \dots, F_S\},$$

где $F_i = ((x_1, y_1), (x_{F_i}, y_{F_i}))$ - список координат границы области F_i .

Временные границы заданы множеством временных интервалов

$$T = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_T\},$$

каждый из которых является списком

$$\tau_i = (t_{0\tau_i}, t_{1\tau_i}, O_{\tau_i}),$$

где $(t_{0\tau_i}, t_{1\tau_i})$ - границы временного интервала, O_{τ_i} - список пространственных объектов, соответствующих интервалу $(t_{0\tau_i}, t_{1\tau_i})$.

В качестве меры количества информации в рабочей области Ω использован показатель информативности

$$I = H/D,$$

где H - число пространственных объектов, обнаруженных пользователем в рабочей области, D - число примитивов, пригодных для построения пространственных объектов рабочей области.

Результат оценки информативности предлагается описывать лингвистической переменной «информативность». (Рис. 1)

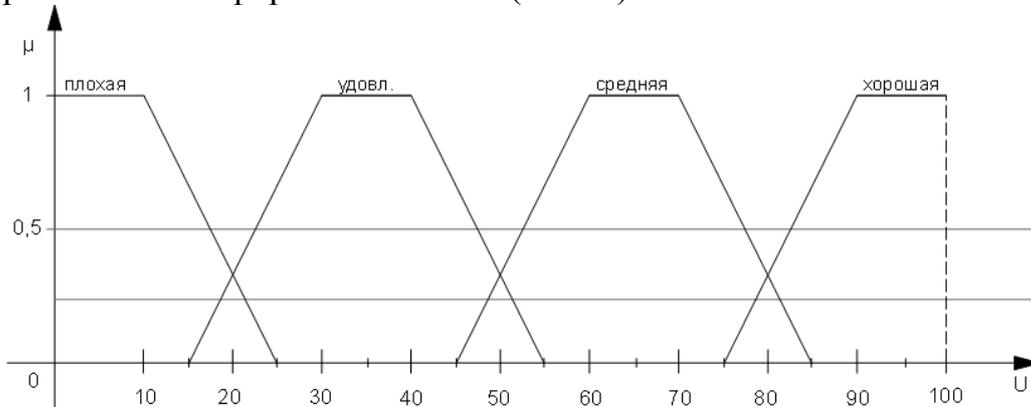


Рис. 1. Значения терм - множество для лингвистической переменной «Информативность»

Эта величина определена как «хорошая», «средняя», «удовлетворительная», «плохая».

В случае с информативностью, пользователь отмечает свое субъективное мнение о рабочей области в нечетких высказываниях, но на этапе дефазификации происходит переопределение нечеткого множества в четкое число.

На рис. 2 показана связь между информативностью I и весом P рабочей области. Сложность напрямую зависит от веса и характеризуется наличием пространственных объектов, обнаруженных пользователем в рабочей области.

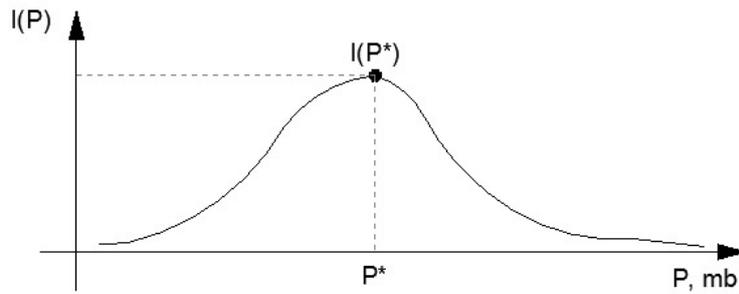


Рис. 2. Связь между информативностью и весом рабочей области

Схематически такая рабочая область, состоящая из полигонов, привлечших внимание пользователя, и их общего контура, представлена на рис. 3.

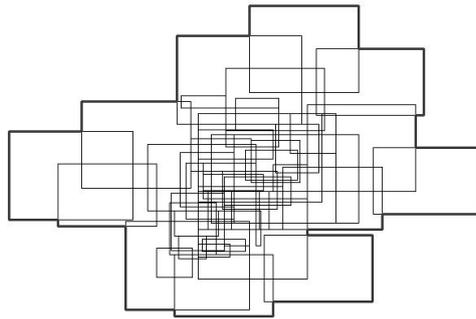


Рис. 3. Изменение внимания пользователя в пределах рабочей области

В результате анализа передвижения пользователя в пределах внутренней границы рабочей области выявлено увеличение внимания к центральной части рабочей области. (Рис. 4)

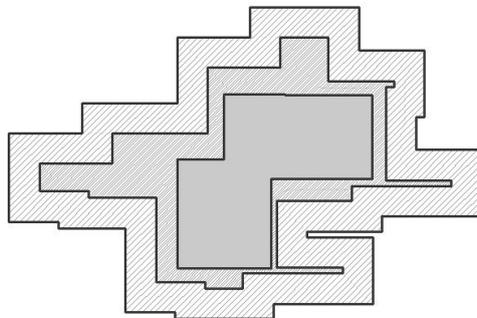


Рис. 4. Увеличение внимания пользователя в центральной части рабочей области

Следовательно, наибольшую информативность $I(P^*)$ несет в себе центральная зона, а средняя и крайняя, являются дополнительными и при наличии ограничений отсекаются.

Таким образом, с помощью переменной «информативность» конструктивно исследуется рабочая область и определяется ее избыточность.

По сравнению с использованием известных способов представления пространственных данных, применение концепции рабочей области позволяет описать динамику в пространственной, семантической и временной границах. Такое описание сокращает избыточные пространственные объекты и повышает качество восприятия.

Третья глава посвящена разработке адаптивной модели классификации пользователя и построению объектных моделей человекамашинного взаимодействия в ГИС.

Для описания процесса классификации пользователя предлагается модель:

$$\langle C, A, S_C \rangle,$$

где C - множество классов пользователей системы; A - матрица потерь информативности размерности $|C| \times |C|$, в которой a_{ij} есть потеря информативности при ошибочном отнесении к классу c_j пользователя, принадлежащего классу c_i ; S_C - нечеткая ситуационная модель, описывающая возможности перехода между различными классами при изменении параметров поведения пользователя.

Ситуационная модель позволяет определить вектор ситуации

$$\tilde{C} = \{\mu_1 / c_1, \mu_2 / c_2, \dots, \mu_N / c_N, \},$$

где μ_i - степень принадлежности пользователя классу c_i , и матрицу переходов

$$P = \| p_{ij} \|,$$

где p_{ij} - степень уверенности в возможности перехода из класса c_i в класс c_j .

Зная вектор ситуации \tilde{C} , в любой момент времени t матричное произведение дает матрицу средних потерь информативности:

$$\tilde{A}_t = A_t \bullet \tilde{C},$$

где \tilde{A}_t - вектор средних потерь информативности в момент времени t , соответствующий принятию решения о принадлежности пользователя к одному из классов $c_j \in C$.

Описанная модель позволяет ввести адаптивную процедуру классификации, заключающуюся в выборе в заданный момент времени t такого класса $c_j \in C$, чтобы

$$a_{tj} = \min_{i=1,|C|} \{a_{ti}\}.$$

При рассмотрении классификации пользователя, в контексте решения прикладных задач, выделены следующие варианты предоставленной рабочей области: полное соответствие потребности пользователя, частичное соответствие, полное несоответствие. (Рис.5, а, б, в)

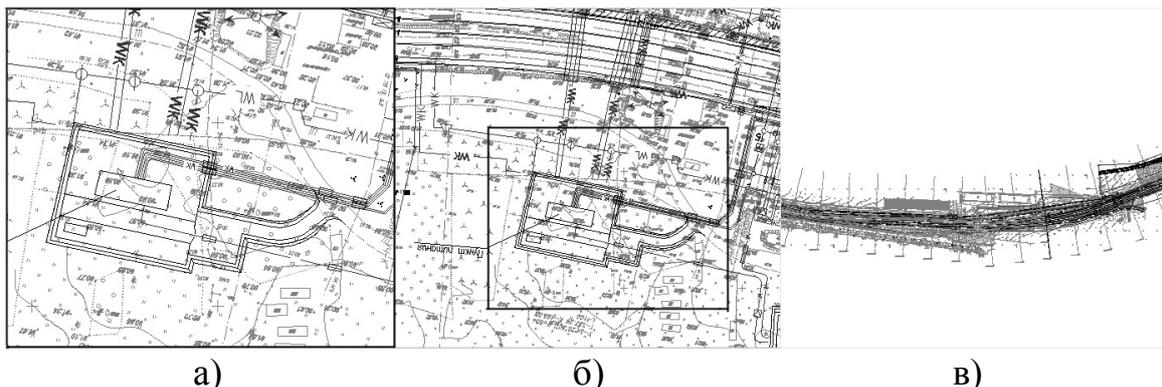


Рис. 5. Ситуации поведения пользователя

Для адаптивной модели классификации пользователя разработана объектная модель программного компонента. (Рис. 6)



Рис. 6. Фрагмент объектной модели динамического представления пространственных данных

Сконструированная модель имеет указатели на визуальное представление, атрибутивные данные и блок диалога с пользователем ГИС.

Базовый класс *Рабочая область* характеризуется следующим набором методов:

- методом *Создать имя()*, который позволяет создать имя. Так как в некоторых случаях на результаты анализа влияют имена, которыми сопровождаются рабочие области;

- методом *Создать семантические границы()*, который задает смысловое содержание рабочей области;

- методом *Создать пространственные границы()*, который задает границы попадания объектов в рабочую область;

- методом *Создать временные границы()*, который задает временной интервал, объекты из этого интервала должны присутствовать в рабочей области;

- методом *Создать визуальное представление()*. Основа метода - любая методика построения графических образов при соблюдении стандартов картографирования;

- методом *Создать атрибутивные данные()*. Метод динамического представления требует создания все большего количества информационных структур для хранения характеристик объектов: площадей, протяженностей, плотностей, видов, типов, категорий и т.д..

Второй класс *Земельный кадастр* характеризуется такими методами:

- метод *Создать распределение ЗУ по КК* строит распределение земельных участков (ЗУ) по территориям кадастровых кварталов (КК);

- метод *Посчитать длины границ ЗУ* позволяет получить распределения длин ЗУ, исходя из заданных границ отображения;

- метод *Посчитать площади ЗУ* позволяет получить площади ЗУ и сравнить их с данными ГКН (Государственного Кадастра Недвижимости).

Классу *Пользователь* позволено создавать, загружать, изменять, сохранять рабочую область.

Объектная модель программного компонента для адаптивной модели классификации пользователя будет использована при построении подсистемы динамического представления пространственных данных в ГИС.

Модель адаптации ГИС к поведению пользователя позволяет в процессе диалога с системой корректировать границы рабочей области и производить новые классы пользователей и новые рабочие области. Эффект проявляется в оперативной настройке на необходимые процедуры корректировки границ рабочей области.

В четвертой главе исследован синтез метода динамического представления пространственных данных в ГИС, центральной характеристикой рабочей области назначен составной критерий, решена задача нахождения оптимальной рабочей области для пользователя определенного класса.

Для разработки подсистемы динамического представления пространственных данных в ГИС, введен критерий, связывающий между собой класс пользователя и рабочую область.

Составной критерий Q_{Ω} является функцией трех переменных:

$$Q_{\Omega} = Q(W, S, T),$$

где $Q(W)$, $Q(S)$, $Q(T)$ - обобщенная мера семантической, пространственной и временной границ рабочей области соответственно.

При построении трехмерной модели рабочей области и расслоении по семантической W , пространственной S и временной T границам видно, что общая граница рабочей области моделируется из совокупности контуров W, S, T -границ. (Рис. 7) Информативность складывается из значений на каждом слое с определенной границей, тогда и составной критерий Q_{Ω} также является суммой простых критериев на аналогичных границах.



Рис. 7. Расслоение рабочей области в W, S, T -границах

Функция принадлежности $\mu_{I^Y}(I)$ характеризует степень вхождения информативности I к соответствующей Y -границе и зависит от класса пользователя. Отметим, что

$$\max(\mu_{I^W}(I) + \mu_{I^S}(I) + \mu_{I^T}(I)) = 3.$$

Составной критерий является обобщающим и суммирует произведения $\mu_{I^Y}(I) \cdot I^Y$ по каждой границе рабочей области

$$Q_{\Omega} = \mu_{I^W}(I) \cdot I^W + \mu_{I^S}(I) \cdot I^S + \mu_{I^T}(I) \cdot I^T = Q(W) + Q(S) + Q(T)$$

Границы изменения составного критерия

$$0 \leq Q_{\Omega} \leq 300.$$

Оценкой рабочей области является число $\gamma = Q_{\Omega}$. На множестве J задана шкала $\{Q_{\Omega}, \Omega, C\}$, сопоставляющая пользователя класса C с рабочей областью $\Omega \in J$ и с отрезком числовой прямой $Q_{\Omega} \subseteq R^+$.

С помощью метода динамического программирования решена задача нахождения оптимальной рабочей области $\Omega^* \in J$ для пользователя определенного класса C .

Для решения построена сеть, где по оси X отложено количество рабочих областей, по оси Y - значения их составного критерия.

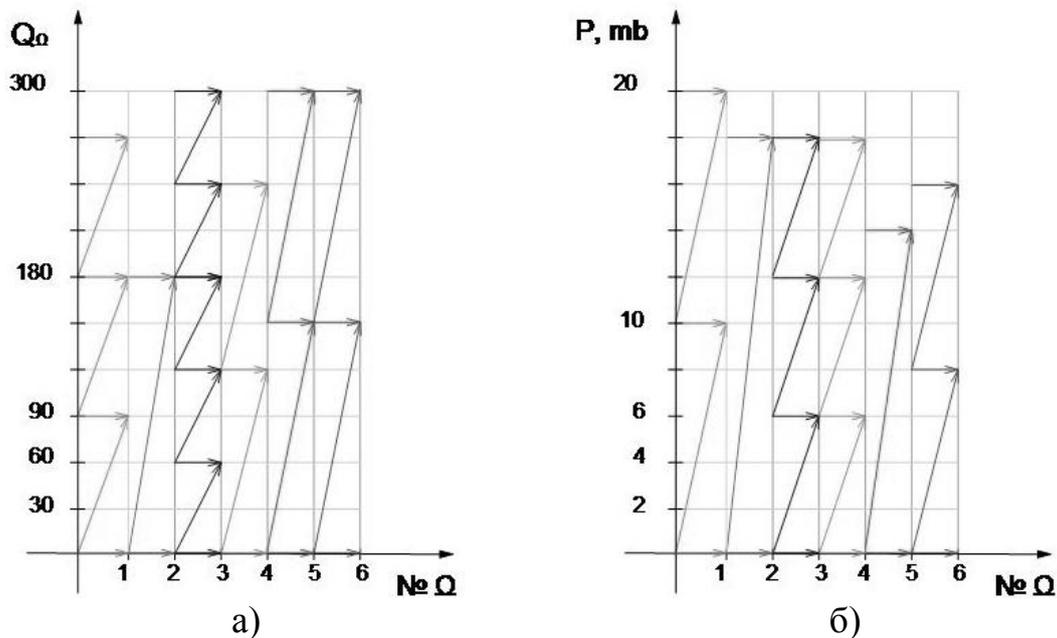


Рис. 8. Графическое представление решения

Как видно из рисунка 8, при ограничениях на вес (в мегабайтах) для пользователя определенного класса может служить решением сразу несколько рабочих областей, но, выбрана будет та, которая при существующих ограничениях имеет максимальное значение составного критерия. Установлено и экспериментально подтверждено, что решение - путь с максимальной длиной одной наклонной линии при существующем ограничении: рабочая область №6 при весе в 8 Мб.

В данной главе исследован синтез метода динамического представления пространственных данных в ГИС. Модель рабочей области и адаптивная модель классификации пользователя объединены для последующей разработки подсистемы динамического представления пространственных данных. По сравнению с использованием известных методов отбора информации в ГИС, разработанный метод позволяет получать более информативные ответы на запросы и в итоге снижать риски при реализации сформулированных решений.

В пятой главе рассмотрен новый программно - алгоритмический комплекс, реализующий разработанный метод. Описан принцип работы, и смоделирована архитектура подсистемы на языке UML. Описаны задачи, цели и результаты вычислительного эксперимента.

Разработанный метод программно реализован в подсистеме динамического представления пространственных данных в ГИС (ПДП).

Назначение ПДП - выявление и распознавание пространственных данных, необходимых для решения конкретной задачи определенным пользователем в ГИС. (Рис. 9)

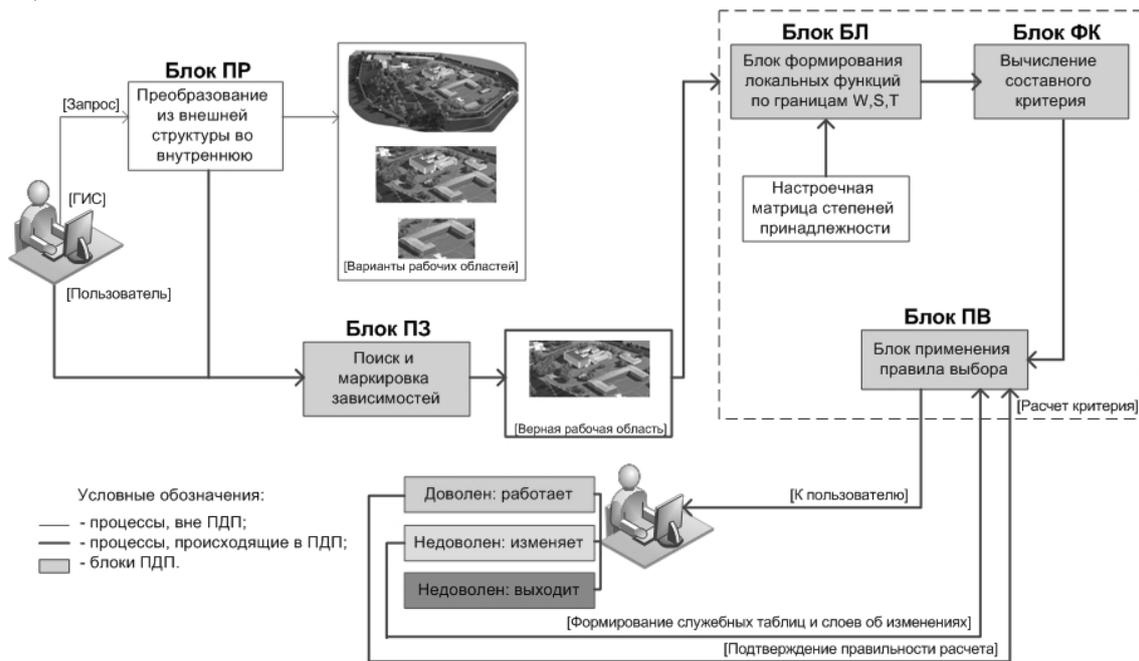


Рис. 9. Схема работы ПДП

Пользователь ГИС формулирует запрос. Система после преобразования запроса из внешней структуры во внутреннюю (**Блок ПР**) может выдать несколько готовых ответов, и пользователю придется вручную их дорабатывать. Поэтому в ПДП на начальном этапе работы пользователя с ГИС вводится **Блок ПЗ**, в котором происходит поиск и маркировка зависимостей между параметрами запроса и классом пользователя. В **Блоке БЛ** происходит формирование локальных функций в пределах W, S, T -границ и вводится настроечная матрица $\|\mu_{\Omega^Y}(I^Y)\|$ степеней принадлежности информативности к W, S, T - границам. Матрица имеет блочно диагональную структуру и отражает потребительские свойства пользователя, влияющие на достижение поставленной цели. На основании численных значений локальных функций и матрицы степеней принадлежности в **Блоке ФК** осуществляется вычисление критерия Q_{Ω} .

Различные варианты работы пользователя предполагают различные режимы работы ПДП.

Для разработки подсистемы динамического представления использован объектно-ориентированный подход.

Объектная архитектура представляет собой иерархическую структуру. Главными объектами данной структуры являются *Рабочая область*, *Конфигурация*, *Прикладные группы*, *Прикладное меню*. Для решения задачи построения рабочей области из пространственных данных ГИС в семейство *Рабочая область* добавлен объект *Прецедент*, представляющий рабочую область, не соответствующую запросу пользователя. Этот объект содержит в себе подчиненные объекты *Область риска* и *Область решения*, которые отражают критическую область и область решения прецедента.

Внедрение составного критерия в пространственные данные ГИС представлено с помощью следующих диаграмм на языке UML:

- диаграмма вариантов использования;
- диаграмма классов;
- диаграмма компонентов;
- диаграмма деятельности;
- диаграмма последовательности;
- диаграмма состояний.

Для описания функционального назначения ПДП на языке UML применяется диаграмма вариантов использования, которая является концептуальной моделью системы в процессе ее проектирования и разработки.

Для реализации задач, приведенных в диаграмме вариантов использования, введены программные конструкции. Такими конструкциями являются классы, которые обладают свойствами и методами. В описываемой подсистеме основным является абстрактный класс – "Рабочая область".

Разработанная диаграмма компонентов подсистемы моделирует структуру компонентов и взаимосвязей между ними.

Построенная диаграмма деятельности отражает не только сами действия и условия, им предшествующие, но и задействованные системы.

На этапе оперативного управления, если пользователь "недоволен: изменяет", начинает работать "Механизм логических выводов". Прецедент анализируется. Критическая область прецедента сравнивается с возникшими ранее областями возникновения внештатных ситуаций. Если эти области похожи, тогда область решения сохраненного прецедента принимается за основу по выходу из сложившейся ситуации. Процесс оперативного управления описывается диаграммой последовательности.

Для описания поведения подсистемы используется диаграмма состояний. Начальной точкой процесса динамики пространственных данных рабочей области является сбор информации о пользователе и о запросе, вводимом им. Из начальной точки процесс расчленяется на выделение пространственных данных и информации о пользователе, а также информации, которая формируется в служебных слоях. Детализированная информация сохраняется в семантической базе данных ГИС. После этого запускается метка связи с картографической базой данных, в которой сохраняются топологические особенности рабочей области, сформированной для конкретного пользователя.

Предложенные обобщенные UML-диаграммы детализируют и конкретизируют ПДП.

На основе алгоритмов и UML-диаграмм составлен комплекс программ, реализованный на языке Autolisp, с запросами на SQL. Эксперименты проводились на ЭВМ типа IBM PC с процессором Ath. 64 QL65, оперативной памятью 4 Gb и операционной системой WIN7 Basic.

Внедрение ПДП производилось в геоинформационную систему, предназначенную для картографического планирования объектов земельного кадастра и проектирования, AutoCad Map 3D.

Пользовательский интерфейс ГИС и ПДП, с вкладкой меню «Анкета пользователя» (размещена в верхнем левом углу) и подгруженной кадастровой базой представлен на рис. 10.

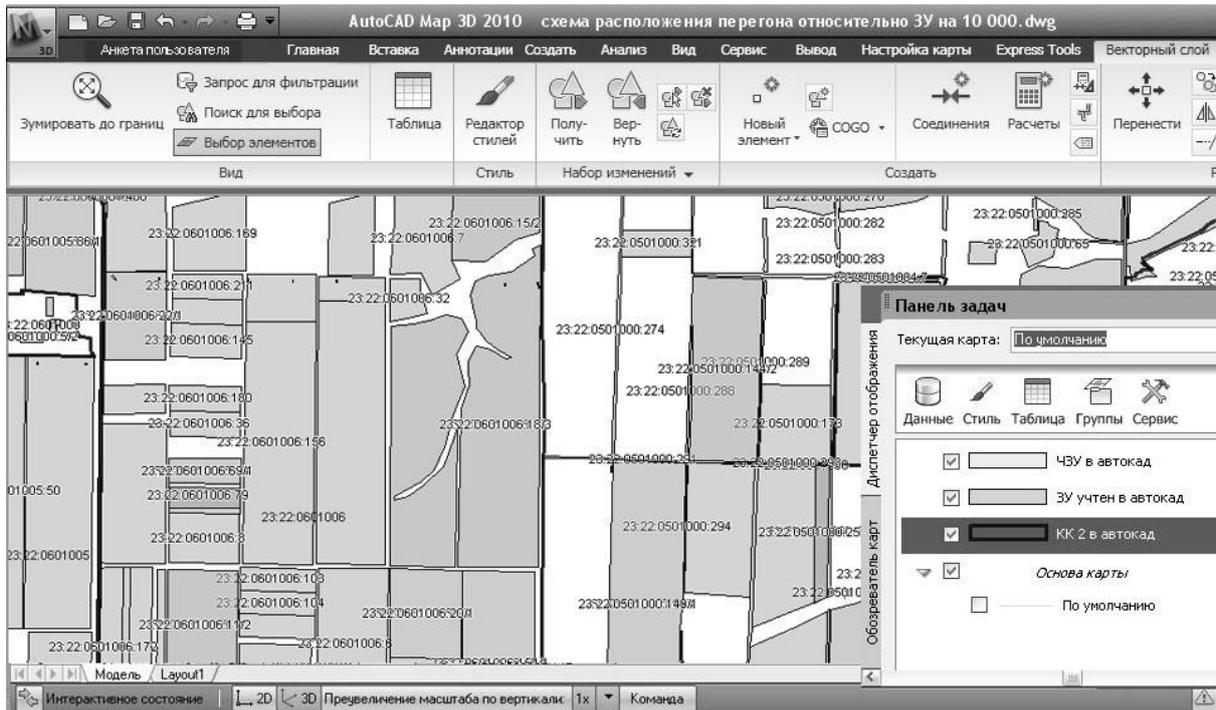


Рис. 10. Интерфейс ГИС с ПДП

После заполнения анкеты пользователь переходит к созданию запроса. На рис. 11 показана формулировка запроса в специальной форме AutoCad Map 3D.

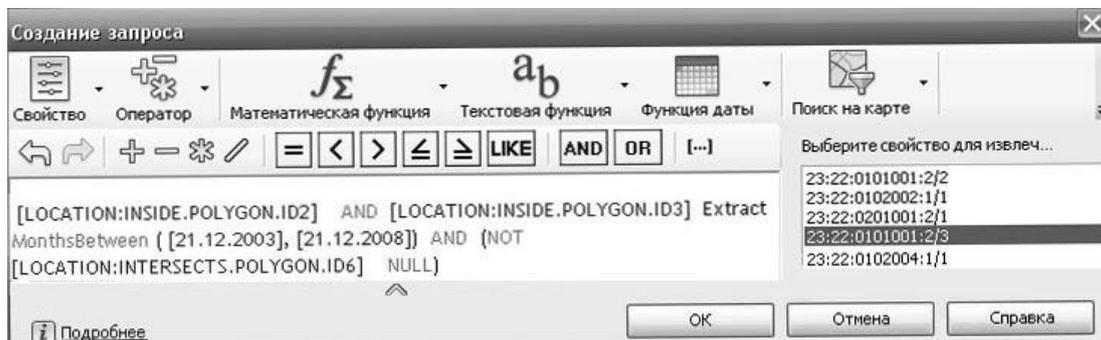


Рис. 11. Формулировка запроса к ГИС

Запросов к системе вводилось порядка 10. Экспериментально было создано пять различных классов пользователей. Перед началом работы пользователи заполняли анкету, форма которой встроена в ГИС, и вводили запрос по форме

рис. 11. На диаграмме распределения (рис. 12) видно, что вес рабочей области после применения ПДП уменьшается в среднем на

$$\Delta P_{cp} = \sum_{i=0}^{10} P_{доi} - \sum_{i=0}^{10} P_{послеi} = 4.6Mb.$$

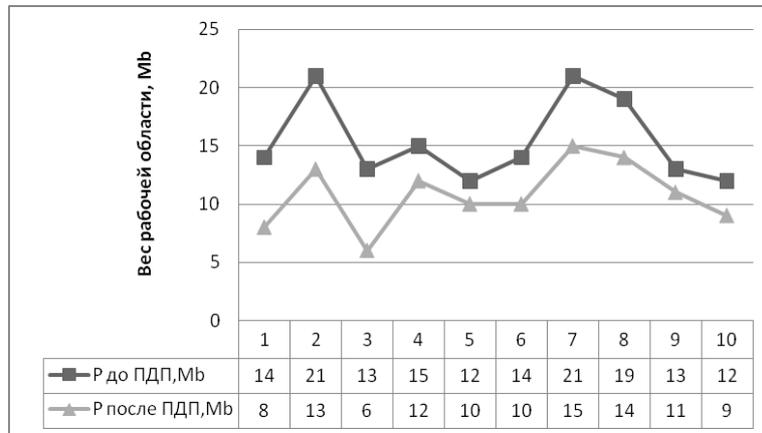


Рис. 12. Диаграмма распределения результатов

На рисунке 13 представлена диаграмма сравнения рассчитанного составного критерия Q_{Ω} для каждого из 10 запросов.

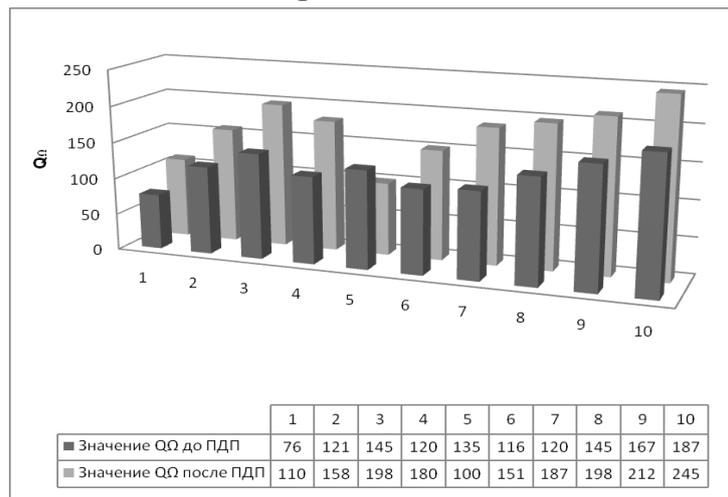


Рис. 13. Диаграмма сравнения результатов

Разработанный метод динамического представления пространственных данных в ГИС показал преимущество по качеству решения в среднем на 20%.

В **заключении** сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

В **приложении** приводятся акты об использовании результатов диссертационной работы и описание комплекса программ.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В результате выполненных теоретических и практических исследований получены следующие результаты:

1. Разработана концептуальная модель формирования картографических образов из информационных ресурсов ГИС - рабочая область. Модель описывает

особую сущность, необходимую для управления представлением пространственных данных. Ее отличительной особенностью является описание пространственной, семантической и временной границы для анализируемых данных. По сравнению с использованием известных моделей такого рода, новая модель позволяет сократить избыточность картографических образов, снизить сетевой трафик, повысить качество восприятия.

2. Разработана модель адаптации ГИС к поведению пользователя, которая позволяет в процессе диалога с системой корректировать границы рабочей области. Отличительная особенность модели - использование протокола выполнения операций манипулирования картографическим изображением в сеансе работы с ГИС. Эффект проявляется в оперативной настройке на необходимые процедуры корректировки границ рабочей области.

3. Разработан метод построения рабочей области с учетом индивидуальных особенностей пользователей, зарегистрированных в системе. Отличительная особенность - использование составного критерия на основе метаданных о пространственной, семантической и временной границе рабочей области. По сравнению с известными методами построения ответа на запрос в ГИС, новый метод позволяет получать новые решения в заданной ситуации с минимальным прогнозируемым значением потерь, тем самым снижая время обработки запроса и риски при его практической реализации.

4. Экспериментальные оценки эффективности при реализации разработанного метода динамического представления пространственных данных в ГИС показали снижение уровня избыточности около 20 %.

Совокупность полученных теоретических и практических результатов позволяет сделать вывод о том, что поставленные в диссертационной работе задачи решены, и цель исследований достигнута.

Основные положения диссертации изложены в 12 опубликованных работах, основными из которых являются:

Монография:

1. Диденко Д. А. Качественное представление пространственных данных в ГИС. Монография. Германия, Саарбрюккен: LAMBERT Academic Publishing, 2012. ISBN 78-3-8484-4346-8. – 95 с.

Статьи в ведущих научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ:

2. Беляков С.Л., Диденко Д.А. Оптимизация запросов к кадастровой базе данных// Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск "Гуманитарные и информационные технологии в управлении экономическими и социальными системами". – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2008. №10(87). - С. 178-182.
3. Диденко Д.А. О подходах к обеспечению качества информационной базы ГИС// Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск "Гуманитарные и информационные технологии в управлении экономическими и со-

циальными системами". – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. №3(92). - С. 236-240.

4. Диденко Д.А. Разработка модели оценки качества информации в ГИС// Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск "Гуманитарные и информационные технологии в управлении экономическими и социальными системами". – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. №4(105). - С. 210-216.
5. Беляков С.Л., Диденко Д.А., Самойлов Д.С. Адаптивная процедура управления представлением рабочей области электронной карты// Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск "Гуманитарные и информационные технологии в управлении экономическими и социальными системами". – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. №1(114). - С. 125-130.

Публикации в других изданиях:

6. Беляков С.Л., Диденко Д.А. Анализ особенностей оценки качества информационной базы ГИС// Неделя науки -2008: Сб. тезисов. Том 2. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2008. - С. 244-247.
7. Диденко Д.А. Проверка качества информационной базы ГИС// Сб. матер. V междунар. конф. «Стратегия качества в промышленности и образовании» (Болгария, Варна, 6-13 июня 2009г.). – Варна: «Фортуна», 2009. Т.2.- С.68-72.
8. Диденко Д.А. Моделирование процесса разработки ГИС при подготовке инженеров// Научные труды Международной молодежной научной конференции «XXXVI Гагаринские чтения» (Москва, 6-10 апреля 2010 г.). – Москва: МАТИ, 2010. Т.4. - С. 196-197.
9. Диденко Д.А. Анализ нормативных документов, определяющих качество информации в ГИС//Сб. матер. VI междунар. конф. «Стратегия качества в промышленности и образовании» (Болгария, Варна, 4-11 июня 2010г.). – Варна: «Фортуна», 2010. Т.2, ч.2- С.54-59.
10. Диденко Д. А. Фильтрация информации в геоинформационных Web - сервисах на основе критерия качества// Сб. матер. X Всерос. науч. конфер. "Техническая кибернетика, радиоэлектроника и системы управления". - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. - Том 2. - С. 143-144.
11. Диденко Д. А. Геоинформационные технологии в земельном кадастре// Сб. матер. II Всерос. научно-практической конференции с международным участием «Кадастр и геоинформационные технологии в управлении городским хозяйством» (Самара, 28 октября 2010г.). - Самара: изд-во "Самарский муниципальный институт управления", 2010. - С. 81-85.
12. Диденко Д. А. Метод определения качества информационных ресурсов ГИС// Матер. IV междунар. научно - практической конфер. «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук» (Москва 18-20 октября 2010г.). - Москва: 2010. Том 2. - С. 35-39.

Орехова Диана Александровна

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Печать офсетная
Формат 60x84/16.
Усл. п. л. – 1,25.
Заказ № _____

Подписано к печати _____.____.13.
Бумага офсетная.
Уч.-изд. л. – 1,25
Тираж 100 экз.

“С”

Издательство Южного федерального университета
ГСП 17А, Таганрог, 28, Некрасовский, 44
Типография Южного федерального университета
ГСП 17 А, Таганрог, 28, Энгельса, 1