

УДК 528.9

На правах рукописи

Кацко Станислав Юрьевич



**ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОМ
КАРТОГРАФИРОВАНИИ**

25.00.33 – «Картография»

Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата
технических наук



Новосибирск – 2008

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия».

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор
Лисицкий Дмитрий Витальевич
Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор
Берлянт Александр Михайлович;
доктор технических наук, старший научный
сотрудник
Флегонтов Александр Валентинович
Ведущая организация — Санкт-Петербургский государственный
университет

Защита состоится 11 декабря 2008 года в 16.00 час. на заседании диссертационного совета Д 212.143.01 при Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК) по адресу: 105064, Москва, Гороховский пер., д. 4, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК).

Автореферат разослан 10 ноября 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Краснопевцев Б. В.

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 01.11.2008.
Формат 60 x 84 1/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,80. Тираж 100 экз.
Заказ 102 .

Редакционно-издательский отдел СГГА
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.
Отпечатано в картопечатной лаборатории СГГА
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 8.

Общая характеристика работы

Актуальность темы диссертации. Период конца XX – начала XXI в. совпал с возникновением геоинформационного картографирования – дисциплины, которая находится на стыке геоинформатики и картографии и исследует процессы компьютерного представления и анализа пространственной информации с использованием методов картографии.

Начало нового столетия – период значительных изменений в характере и методах представления географически распределённой информации и работе с ней посредством картографических изображений (КИ).

Значительное развитие компьютеризации общества, характерное для информационного века, изменило сущность и роль КИ. Так, электронные карты в современных условиях выполняют функции традиционных (бумажных) карт в сочетании с современными возможностями, а также выступают в новом качестве для создания цифровых моделей местности и цифровых карт. Новая роль КИ проявляется при работе с цифровыми картами, которые выступают не как готовый информационный продукт, но как инструмент взаимодействия пользователя и базы геоданных (своеобразный интерфейс).

Кроме того, возникло огромное множество различных картографических (геоинформационных) сервисов и служб, функционирующих посредством сети Интернет.

Всё это привело к необходимости переосмысления сущности понятия «картографическое изображение» в плане его создания, существования, восприятия и использования в изменившихся условиях.

Значительный вклад в изучение компьютерных КИ внесли работы отечественных учёных, в том числе: Батуева А.Р., Берлянта А.М., Верещака Т.В., Жалковского Е.А., Кошкарёва А.В., Лисицкого Д.В., Лурье И.К., Лютого А.А., Пластинина Л.А., Тикунова В.С. и др.

Цель работы – исследование сущности, особенностей, новой роли и функций компьютерных картографических изображений и обоснование их реализации в рамках геоинформационного картографирования.

Решаемые задачи. Для достижения поставленной цели потребовалось:

- 1) проанализировать развитие представлений о карте в различные эпохи жизни общества;
- 2) выполнить анализ сущности понятий «цифровая модель местности», «геоинформационная модель местности», «электронная карта», «цифровая карта» в представлениях различных авторов;
- 3) провести сравнительное исследование различных видов картографических изображений путём проведения формализации их структуры и процесса создания;
- 4) уточнить определения понятий: «электронная карта», «цифровое картографическое изображение», «цифровая карта», предложить определение понятия «электронно-цифровое картографическое изображение»;
- 5) разработать классификации картографических изображений в геоинформационном картографировании по разным основаниям; классификацию компьютерных фотокарт по составу;
- 6) обосновать роль и функции картографических изображений в изменившихся условиях;
- 7) обосновать сущность и принципы работы интерактивного геоинформационного сервиса, показать необходимость применения компьютерных картографических изображений в рамках природоохранных порталов;
- 8) разработать структуру интерактивного геоинформационного сервиса с использованием новых видов компьютерных картографических изображений.

Объект и предмет исследования

Объектами исследования являются компьютерные картографические изображения. Предмет исследования составляет сущность компьютерных картографических изображений и их место в условиях информационного века.

Методы, средства исследований

Для решения поставленных задач в работе использовались базовые поня-

тия и теории картографии и геоинформатики, методы системного подхода, сравнительного анализа и современное аппаратно-программное обеспечение.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

- даны уточнённое определение понятия «электронная карта», новые определения понятий «цифровое картографическое изображение», «электронно-цифровое картографическое изображение»;
- предложено качественно новое определение «цифровой карты»;
- обоснованы изменившиеся роль и функции компьютерных карт в современных условиях;
- предложены классификация картографических изображений в рамках геоинформационного картографирования; классификация компьютерных фотокарт;
- обоснованы сущность и принципы работы интерактивного геоинформационного сервиса.

Практическая ценность: разработана структура интерактивного геоинформационного сервиса с использованием новых видов компьютерных картографических изображений.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Электронная карта определена как компьютерное картографическое изображение в растровом и/или векторном формате, представляющее собой визуализацию данных (правил) для построения изображения, полученных на основе традиционных и/или цифровых карт.
2. Цифровая карта представляет собой динамичную геоинформационную модель (аппаратно-программный комплекс), которая объединяет геоинформационную модель местности и картографическое изображение, созданное на основе данных о пространственных объектах из ГИМ и содержащее картографические объекты, под управлением геоинформационного программного обеспечения, осуществляющего диалоговый режим взаимодействия пользователя с информацией из ГИМ.
3. Цифровое картографическое изображение (картографическое изображе-

ние цифровой карты) – содержащее картографические объекты компьютерное изображение, создаваемое на основе данных о пространственных объектах из геоинформационной модели местности, посредством которого осуществляется диалоговый (интерактивный) режим взаимодействия пользователя с информацией из ГИМ.

4. Электронно-цифровое картографическое изображение – компьютерное картографическое изображение в растровом и/или векторном формате представления данных, формирующееся в результате одновременного использования электронного и цифрового картографического изображения в различных сочетаниях.
5. На современном этапе компьютеризации общества сущность и роль картографических изображений изменяется, что проявляется в определении цифровой карты, которая представляет собой динамичный объект и выступает не как готовый информационный продукт, но как инструмент взаимодействия пользователя и базы данных.
6. Картографические изображения классифицируются по местоположению геоданных; по месту их хранения; по количеству картографических моделей, входящих в состав карты; компьютерные фотокарты классифицируются по составу.
7. В различных природоохранных порталах текстовую информацию необходимо дополнять следующими видами компьютерных картографических моделей: электронными, цифровыми, электронно-цифровыми картографическими изображениями и компьютерными фотокартами в растровом и/или векторном формате представления данных.

Реализация результатов работ

Основные положения, разработанные в диссертации, используются в учебном процессе СГГА в преподавании дисциплин «Геоинформатика», «Геоинформационное картографирование» и «Компьютерные технологии в картографии», а также в работе Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области, что подтверждено соответствующими актами.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертационной работы и результаты исследований доложены и опубликованы на Международных научных конгрессах «ГЕО-Сибирь-2005», «ГЕО-Сибирь-2006», «ГЕО-Сибирь-2007», «ГЕО-Сибирь-2008» (Новосибирск); XXIII Международной картографической конференции (Москва, 2007 год).

Публикации. Основное содержание диссертационной работы отражено в 10 опубликованных работах: 9 статьях (3 – в соавторстве с д.т.н., проф. Лисицким Д.В.), 1 тезисе (в соавторстве с д.т.н., проф. Лисицким Д.В.).

Структура и объём диссертации

Работа состоит из введения, трёх разделов, заключения, 3 таблиц и списка использованной литературы, включающего 57 наименований. Основное содержание изложено на 121 странице печатного текста.

Содержание работы

Во введении кратко описаны особенности решаемой проблемы, её актуальность, цель работы и поставленные задачи.

В первой главе на основе рассмотренных понятий «геоинформация», «картографическая информация», «картографический образ» проведено изучение изменения сущности понятия «карта» в свете научных концепций картографии, выделены сходные и отличительные черты в использовании КИ различных эпох.

Информационное общество характеризуется высокоразвитой информационной сферой, которая включает деятельность человека по созданию, переработке, хранению, передаче и накоплению данных, информации и знаний.

Картографическая информация является одним из видов информации, а также одним из видов геоинформации, и представляет собой сведения о природных или социально-экономических явлениях Земли либо других небесных тел, отображаемых в обобщенных понятиях и категориях с помощью

системы картографических условных знаков на математически определенной поверхности.

Основное отличие картографической информации от других видов информации состоит в том, что она содержит пространственные данные, выраженные в специфической картографической форме. При передаче сообщения об объекте или явлении используется локализация их по пространственным характеристикам в соответствии с определёнными координатами и системой картографических условных знаков.

Картографическую информацию можно рассматривать как результат создания и восприятия картографических образов. Это учитывает образность картографической модели и подчеркивает, что картографическая информация возникает лишь в системе «карта – читатель карты».

Сегодня мир стоит на пороге глобальных социальных перемен, технических и культурных нововведений. Вместе с другими изобретениями человечества, географическая карта, её свойства и назначение также претерпевают значительные преобразования.

Можно выделить следующие особенности КИ, характерных для информационного века:

- основной функцией карты становится обеспечение информационной потребности людей в пространственно распределённой информации;
- картографическое произведение создаётся уже не столько для узкого круга специализированных организаций и специалистов, сколько для широких слоёв населения;
- благодаря появлению большого числа картографических сервисов и служб, стало возможным оказывать потребителям различные услуги по предоставлению доступа к геоинформации посредством КИ.

Несмотря на то, что в картографии и геоинформатике возникли новые понятия (геоинформационные модели, компьютерные, электронные, цифровые карты), их точное значение, к сожалению, до сих пор не определено. Также в рассмотренных работах не показана и изменившаяся роль карт в жизни современности.

менного общества. В связи с этим автором рассмотрены сущность, свойства различных компьютерных картографических изображения, показаны особенности их использования, уточнены определения «электронная карта», «цифровое картографическое изображение», предложено качественно новое определение цифровой карты.

Во второй главе приводится обзор основных понятий геоинформационного картографирования в представлении различных авторов. На его основе выполнен формальный анализ сущности и структуры компьютерных КИ, их сравнение, а также сформулированы новые определения электронной и цифровой карт.

В эпоху компьютеризации общества формируются несколько моделей пространственных данных: цифровая (геоинформационная) модель местности в геоинформатике и цифровая и электронная карты в геоинформационном картографировании. Несмотря на то, что данные термины появились несколько десятилетий назад, точного и однозначного их определения нет до сих пор, что видно из обзора работ Берлянта А.М., Жалковского Е.А., Кошкарёва А.В., Тикунова В.М. и других, а также из соответствующих ГОСТов по картографии и геоинформационному картографированию. Поэтому появилась необходимость изучить различия в сущности представленных моделей путём проведения их формального анализа и выявления сходств и отличительных черт.

До возникновения цифровой (компьютерной) техники картография имела дело только с картографическими изображениями (картами), основой которых была бумага. Будем называть такую группу карт *традиционными*.

Позднее, при появлении автоматизированной картографии, в качестве основы картографического изображения стали использоваться дисплеи (видеоэкраны) различных типов и размеров. Такие картографические изображения будем называть *электронными*.

Основными элементами карты, создаваемой ранее на бумаге (традиционная карта), а в современных условиях и на электронных технических

средствах графического вывода – дисплеях (электронная карта), являются картографическое изображение и легенда карты.

КИ традиционной карты состоит из графических фигур и является статичным, так как не может быть изменено пользователем.

Электронная карта существует на электронных и оптических носителях информации и визуализируется при помощи компьютерного оборудования. Она состоит из графических примитивов в растровом или векторном формате представления данных, которые преобразуются человеком в картографические образы.

На электронном КИ только человек может с помощью легенды карты выделить из графических примитивов картографические объекты и сопоставить их с объектами местности. Используя специальные программные продукты, пользователь имеет возможность редактировать КИ, тем самым изменяя выделенные им картографические объекты.

Традиционные и электронные КИ содержат всю геоинформацию об объектах и их свойствах, предназначенную для последующего восприятия и использования непосредственно человеком для обработки, анализа и выработки решений, основанных на пространственных геоданных. К такой геоинформации относятся данные о его форме и размере (геометрическая информация), сущности и свойствах объекта (семантическая информация), местоположении объекта в пространстве, характеристики пространственных взаимосвязей объектов (топологическая информация).

Отображение и восприятие человеком геоинформации на таких КИ осуществляется на аналоговой, образной основе. КИ традиционной или электронной карты без связи с легендой карты представляет собой лишь совокупность графических фигур или примитивов, не дающая человеку никакой информации об объектах местности. Обученный чтению карты человек воспринимает не отдельные графические фигуры, а, используя систему условных знаков (легенду), может выделять картографические объекты, понимать их свойства и формировать картографические образы реальных объектов местности.

Движение информации происходит только в одну сторону, от изображения к пользователю.

Данные для построения картографического изображения при создании карты отображаются на бумаге. В случае создания электронной карты данные (правила) для построения изображения, хранящиеся в файле, визуализируются с помощью монитора или проектора. В файле электронной карты данные картографического представления хранятся либо в растровом, либо в векторном формате. В растровом формате данные содержат описание характеристик каждого пиксела, формирующего изображение; в векторном – описание наборов векторов.

Данные для построения традиционных и электронных КИ не содержат картографических объектов. Только сам пользователь (читатель карты) формирует картографические образы и работает с образованными им картографическими объектами на изображении, которое является хранилищем пространственных геоданных. Таким образом, представленные виды карт: традиционные (бумажные) и электронные – можно объединить в одну группу – традиционные картографические изображения без обратной связи.

С появлением новых технических и программных средств стало возможным реализовать принцип обратной связи на основе разделения геоданных об объектах местности, правил для построения изображения и самого картографического изображения. В результате возникла цифровая карта. Она представляет собой динамичную геоинформационную модель (аппаратно-программный комплекс), которая объединяет геоинформационную модель местности (GTM) и картографическое изображение (CI_d), созданное на основе данных о пространственных объектах из ГИМ (D_{gim}) и содержащее картографические объекты (Z), под управлением геоинформационного программного обеспечения, осуществляющего диалоговый режим взаимодействия пользователя с информацией из ГИМ (рисунок 1).

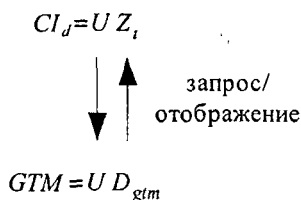


Рисунок 1 – Сущность цифровой карты

Цифровое картографическое изображение является динамичным объектом и не существует постоянно. Оно формируется в результате визуализации данных, полученных при ответе на запрос пользователя к ГИМ (базе геоданных).

Таким образом, движение информации происходит путем передачи запросов посредством картографического изображения цифровой карты от пользователя к ГИМ и от ГИМ к пользователю в результате ответа на запрос.

Цифровые КИ обеспечивают модельное представление местности в компьютерной форме, но предназначены они для непосредственного восприятия человеком, что в свою очередь обеспечивает участие человека в геоинформационной обработке и анализе данных, решении пространственных задач, подготовке и принятии пространственных решений. При этом они уже не являются непосредственным источником геоинформации, а служат средством визуализации содержания баз данных и/или выработанных пространственных объектов. В результате происходит изменение роли картографического изображения, которое осуществляет роль интерфейса между человеком и базой геоданных, где размещена ГИМ.

Рассмотрим процесс создания различных картографических изображений (рисунок 2).

1. Традиционное картографическое изображение (ТКИ) на бумаге (CI) создаётся в процессе обработки данных (G), полученных в результате геодезической съёмки местности, анализа статистических данных.

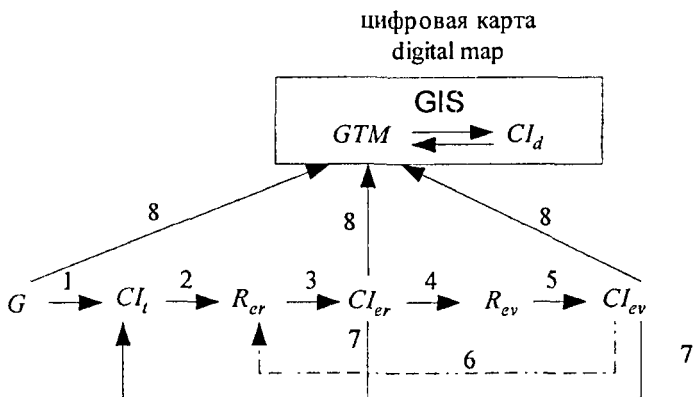


Рисунок 2 – Система создания геопространственных моделей

ТКИ содержит информацию о пространственно распределенных объектах и их качественных характеристиках (атрибутивную информацию). При создании такой картографической модели необходимо сохранить читаемость карты, поэтому количество геоинформации, включенное в такую модель, ограничено и зависит от возможностей визуализации и масштаба. Для решения какой-либо задачи пользователь вынужден использовать несколько различных карт одновременно.

2. С использованием процесса сканирования осуществляется преобразование ТКИ в данные (правила) (R_{cr}), необходимые для построения (визуализации) электронного растрового картографического изображения.

3. На основе созданных данных для построения электронного растрового картографического изображения (ЭРКИ) происходит его визуализация.

4. При помощи процесса растрово-векторного преобразования (векторизации) из ЭРКИ получают данные (правила) (R_{ev}) для построения электронного векторного картографического изображения (ЭВКИ).

5. На основе созданных данных (правил) для построения электронного векторного КИ происходит визуализация ЭВКИ.

6. Процесс векторно-растрового преобразования (растеризации): из ЭВКИ получают данные (правила) для построения ЭРКИ.

Предложим следующее определение электронной карты. *Электронная карта* – это компьютерное картографическое изображение в растровом и/или векторном формате, представляющее собой визуализацию с использованием монитора или проектора данных (правил) для построения изображения, полученных на основе традиционных и/или цифровых карт.

7. Процесс печати электронных растровых и векторных КИ.

8. С возникновением геоинформатики появилась в цифровой форме геоинформационная (цифровая) модель местности, в которой геоданные содержатся в базе данных и используются для компьютерного анализа, обработки и визуализации.

Геоинформационная модель местности, в которой данные об объектах представляют собой набор кодов, понимаемых только компьютером, создаётся на основе информации об объектах местности и их характеристиках и табличных статистических данных, а также информации, полученной из электронных растровых и векторных картографических изображений.

9. Помимо рассмотренных картографических моделей в геоинформационном картографировании создаётся еще одна модель – цифровая карта.

Дадим определение цифровой карты. *Цифровая карта* представляет собой динамичную геоинформационную модель (аппаратно-программный комплекс), которая объединяет геоинформационную модель местности и картографическое изображение, созданное на основе данных о пространственных объектах из ГИМ и содержащее картографические объекты, под управлением геоинформационного программного обеспечения, осуществляющего диалоговый режим взаимодействия пользователя с информацией из ГИМ.

В целом процесс формирования цифровой карты можно описать следующим образом.

1. Результатом преобразования данных об объектах местности, табличных пространственных геоданных в цифровую форму является ГИМ.

2. С помощью геоинформационного ПО данные из ГИМ визуализируются, создавая КИ цифровой карты. Полученное КИ содержит картографические объекты как в векторном, так и в растровом формате представления пространственных данных.
3. Пользователь посылает запросы ГИМ как с использованием картографического изображения ЦК, так и без него. Результатом выполнения такого запроса может быть изменение картографического изображения ЦК.

Картографическое изображение цифровой карты без связи с ГИМ, то есть при отсутствии диалогового (интерактивного) режима взаимодействия пользователя с ГИМ, становится векторным или растровым картографическим изображением, которое визуализируется на основе правил построения изображения.

Дополнительно к рассмотренным основным четырём видам картографических изображений необходимо рассмотреть ещё один особый вид карт, также используемый в геоинформационном картографировании — электронно-цифровые картографические изображения (ЭЦКИ).

ЭЦКИ представляет собой компьютерное картографическое изображение в растровом и/или векторном формате представления данных, формирующееся в результате одновременного использования электронного и цифрового картографического изображения в различных сочетаниях.

Содержание, точность и другие характеристики ЭЦКИ зависят от характеристик ЭКИ и ЦКИ, входящих в их состав.

Как было отмечено выше, в геоинформационном картографировании создается несколько видов картографических моделей (изображений), которые можно классифицировать по разным основаниям.

По местоположению геоданных:

- 1) традиционные КИ без обратной связи – все геоданные представлены непосредственно на самом картографическом изображении. Данная группа включает традиционные (на бумаге) и электронные (на видеозэкране) КИ;
- 2) цифровые – на картографическом изображении представлена обычно

часть геоданных, содержащихся в ГИМ. Работа с геоданными проходит в интерактивном режиме. В группу входят КИ цифровых карт;

- 3) переходная группа – картографические изображения, сочетающие в себе свойства электронных и цифровых КИ.

По месту хранения:

- 1) КИ на материальном неэлектронном носителе (бумага и др.);
- 2) компьютерные КИ – КИ на электронных и оптических носителях информации: жёсткий диск, CD, DVD, flash card и т. п. Данная группа включает электронные, цифровые и электронно-цифровые КИ.

По количеству картографических моделей, входящих в состав карты:

- 1) КИ, состоящие из одного вида картографических моделей. Входят ТК, ЭРК, ЭВК и ЦК;
- 2) КИ, включающие несколько видов картографических моделей. Группа включает различные электронно-цифровые карты.

Изучение всех КИ, за исключением традиционных бумажных, является предметом исследования геоинформационного картографирования.

Развитие методов картографии, прогресс дистанционного зондирования, компьютерных технологий и средств машинной графики – всё это постоянно вызывает к жизни новые и новые пространственные модели, отвечающие требованиям усложняющихся научных исследований.

В рамках геоинформационного картографирования можно выделить группу компьютерных фотокарт, состоящих из аэрокосмического снимка и картографического изображения определённого вида.

Рассмотрим в сравнении такие свойства основных видов картографических изображений, как основа для создания изображения, содержание, атрибутивная информация, условные знаки, картографическая проекция, объём информации, генерализация, точность (достоверность) информации (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение характеристик картографических изображений

Характеристики картографических изображений	Традиционное (бумажное) КИ (ТКИ)	Электронное растровое картографическое изображение (ЭРК)	Электронное векторное картографическое изображение (ЭВК)	Картографическое изображение цифровой карты (ЦКИ)
основа (данные) для создания	геоданные, полученные во время съемки, статистические данные	сканерное изображение ТКИ, растрованная ЭВКИ, ЦКИ	векторизованная ЭРКИ, ЦКИ	геоданные, содержащиеся в ГИМ
пространственная информация	вся информация содержится на карте, карта – накопитель информации			на ЦКИ отображается вся или часть информации, содержащейся в ГИМ
атрибутивная информация	Для понимания смысла атрибутивной информации, содержащейся на картах в виде условных знаков, читателю карты необходимо обращаться к легенде			содержащаяся в ГИМ атрибутивная информация отображается на ЦКИ при необходимости, может быть текстовой, графической, числовой, видео, звуковой (мультимедийные геоизображения)
условные знаки	статические	статические и динамические		статические и динамические, наблюдается процесс упрощения условных знаков
картографическая проекция	задается при создании, пользователь изменить не может	пользователь может изменить в случае создания ЭРКИ из ЦКИ	пользователь может изменить в случае создания ЭВКИ из ЦКИ	пользователь имеет возможность изменять проекцию
объем информации	зависит от размера картографического изображения, масштаба и фактора читаемости карты			в ГИМ зависит от емкости цифровых носителей информации (во много раз превосходит объем геоинформации на ТК и ЭК)
генерализация	в процессе генерализации объем и состав геоинформации изменяется			можно визуализировать только необходимые геоданные; объем геоданных, хранящихся в ГИМ, при генерализации не уменьшается
точность (достоверность) геоинформации	зависит от точности исходных геоданных, точности составления карты и качества печати	зависит от качества исходной ТКИ, ЭВКИ или ЦКИ	зависит от качества исходной ЭРКИ или ЦКИ	зависит от точности данных, хранящихся в ГИМ и качества проверки геоданных

Как видно из таблицы 1, традиционные бумажные и различные виды электронных КИ обладают схожими характеристиками. Так как картографическое изображение ЦК не является хранилищем геоинформации, а является только средством визуализации данных из ГИМ, свойства КИ отличаются от свойств традиционных картографических изображений.

Обоснование роли и функций компьютерных картографических изображений в современных условиях.

Электронные карты в современных условиях выполняют функции традиционных (бумажных) карт, а также выступают в новом качестве:

- для ориентирования и навигации на местности – традиционные функции в сочетании с дополнительными возможностями;
- для обзорного представления территории – традиционные функции в сочетании с дополнительными возможностями;
- для создания цифровых моделей местности и/или цифровых карт при геоинформационном картографировании – новые функции;
- для подготовки к изданию, оперативной или полиграфической печати компьютерных карт – новые функции.

Рассмотрим теперь назначение цифровой карты и цифрового КИ.

При работе человека с ЦКИ оно выступает исключительно как инструмент взаимодействия пользователя и базы данных (своеобразный интерфейс), как средство визуализации геоданных с использованием базы графических примитивов. При этом КИ теряет свою прежнюю функцию хранилища геоинформации для анализа и выработки пространственных решений, но зато приобретает новую функцию своеобразной презентации (иногда рекламы) имеющихся геоинформационных моделей и баз геоданных.

Цифровые карты, интегрированные с ГИС, используются для осуществления человеком управляющих функций при поиске, обработке и анализе пространственных данных практически во всех отраслях экономики, везде, где решения принимаются в процессе работы с пространственно распределенными

данными. Развитие электронных сетей и появление целого ряда новых технических возможностей для визуализации компьютерных картографических изображений способствуют совершенствованию процесса управления пространственными данными.

В третьей главе проведено обоснование сущности и принципов создания и использования интерактивных геоинформационных систем и описаны результаты по разработке структуры интерактивного геоинформационного сервиса как части портала регионального природоохранного подразделения.

Интеграция картографической информации, ГИС и Интернета позволяет создать единую систему пространственных данных, физически расположенных в разных местах.

Благодаря симбиозу интернет-технологий, сетей связи и геоинформационных систем появилась возможность организации глобального обмена геоинформацией, который способствует расширению использования карт большим числом людей, для которых общение с электронными и цифровыми картами не является профессиональным занятием. Так возникли интерактивные геоинформационные интернет-сервисы (ИГС).

Под интерактивным геоинформационным интернет-сервисом (интерактивной геоинформационной службой) понимается система формирования документов, содержащих компьютерные картографические изображения различного содержания и назначения, получаемых в результате интерактивного (диалогового) взаимодействия пользователя Web-сайта со специализированным геоинформационным сервером посредством сети Интернет.

На основе ИГС осуществляется доступ к современным компьютерным картам, которые стали связующим звеном между геоконтентом (геосодержанием) сети и реальным миром пользователей. При работе с ИГС пользователь работает с двумя видами КИ:

- 1) со статичным электронным КИ;
- 2) с совершенно новым, появившимся в эпоху информационного века, интерактивным картографическим изображением цифровой карты.

В ИГС заложено важное свойство индивидуализации, т. е. посредством запросов пользователя происходит индивидуальное формирование получаемого картографического изображения. Эта особенность ЦК придаёт им сегодня привлекательность и популярность.

Помимо возможностей локальных ГИС, ИГС обладают ещё рядом функций:

- 1) возможность совместной работы с геоданными большого числа пользователей посредством сети Интернет;
- 2) предоставление доступа к геоданным при помощи не только ПК или ноутбука, но также мобильного телефона, смартфона, КПК, GPS-приёмника и других технических устройств, позволяющих визуализировать геоинформацию, полученную через Интернет.

Интерактивный геоинформационный сервис является одним из важнейших частей интернет-портала регионального природоохранного подразделения. Главными компонентами принципиальной схемы организации ИГС являются компьютер пользователя с установленным Web-браузером и сервер геоданных с соответствующим программным обеспечением.

Рассмотрев содержание различных порталов региональных природоохранных подразделений субъектов Российской Федерации, мы пришли к выводу, что картографические изображения используются крайне редко. Кроме того, все карты были электронными, не было ни одной цифровой или фотокарты.

Исходя из представленной ситуации, описывающей использование картографического материала, приведём примеры возможного использования различных видов компьютерных карт в ИГС портала регионального подразделения.

1. В разделе новостей можно использовать небольшие электронные карты, показывающие место действия событий, описанных в новостях.
2. Местонахождение регионального подразделения в разделе «контактная информация» можно отразить в схеме с указанием информации о проезде к региональному подразделению.
3. Сведения о природных ресурсах и природопользовании региона могут сопровождаться информационными электронными картами, отражающими места нахождения полезных ископаемых и их использование.
4. В ИГС в разделе «природные территории» необходимо использовать цифровые или, возможно, даже компьютерные фотокарты, отражающие местоположение природных территорий, их зонирование, статус, характеристики.
5. Информацию об экологических маршрутах нельзя представить без применения картографического материала. Причём необходимо использовать именно цифровые карты, позволяющие пользователям самостоятельно отмечать на картах разработанные экологические маршруты с описанием посещаемых мест.
6. В разделе «обратная связь» пользователи могут отмечать на цифровых картах места экологической опасности.
7. Фотографии, опубликованные пользователями, обязательно привязываются к месту фотосъёмки и показываются на карте.
8. В разделе для подчинённых структур регионального подразделения посредством ИГС можно организовать совместную работу над созданием картографических произведений.

Таким образом, в ИГС портала регионального подразделения могут быть использованы следующие виды картографических моделей: электронные, цифровые или фотокарты в растровом и/или векторном формате представления данных.

Заключение

В настоящей работе в ходе проведенных теоретических исследований была решена основная цель диссертационной работы – выполнено изучение сущности, особенностей, новой роли и функций компьютерных картографических изображений и обоснование их реализации в рамках геоинформационного картографирования.

Основные результаты диссертационной работы состоят в следующем:

- 1) проанализировано развитие представлений о карте в различные эпохи жизни общества;
- 2) выполнен анализ определений понятий, используемых в геоинформационном картографировании в представлении различных авторов: «цифровая модель местности», «геоинформационная модель местности», «электронная карта», «цифровая карта»;
- 3) проведено сравнительное исследование картографических изображений с помощью проведения формализации их структуры и процесса создания;
- 4) предложены определения понятий: «электронная карта», «цифровое картографическое изображение», «электронно-цифровое картографическое изображение», впервые предложено качественно новое определение «цифровой карты»;
- 5) разработана классификация картографических изображений в геоинформационном картографировании по местоположению геоданных, по месту их хранения, по количеству картографических моделей, входящих в состав карты; предложена классификация компьютерных фотокарт по составу;
- 6) обоснованы новая роль и функции картографических изображений в изменившихся условиях;
- 7) обоснованы сущность и принципы работы интерактивного геоинформационного сервиса, показана необходимость дополнения текстовой ин-

формации различными видами компьютерных картографических изображений в рамках природоохранных порталов;

- 8) разработана структура интерактивного геоинформационного сервиса портала с использованием новых видов картографических изображений на примере регионального природоохранного портала.

Научные выводы диссертационной работы рекомендуется использовать в учебном процессе в преподавании таких дисциплин, как «Геоинформатика», «Геоинформационное картографирование», «Компьютерные технологии в картографии» и т. п. при изучении различных типов компьютерных картографических изображений.

Список публикаций по теме диссертации

- 1 Кацко, С.Ю. Классификация и принципы работы геоинформационных Web-серверов в интернет-системе «клиент-сервер» [Текст] / С.Ю. Кацко // ГЕО-Сибирь-2006. – Т. 1. Ч. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия: Сб. материалов междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2006», 24–28 апреля 2006 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2006. – С. 211–215.
- 2 Кацко, С.Ю. Методика перевода электронных карт из одного формата данных в другой (на примере MapInfo и ArcGIS (ArcView)) [Текст] / С.Ю. Кацко // Современные проблемы геодезии и оптики: сб. научных статей. – Новосибирск: СГГА, 2006. – С. 95–97.
- 3 Кацко, С.Ю. Описание работы интерактивного геоинформационного сервиса регионального природоохранного подразделения и обоснование роли компьютерных карт в составе природоохранного портала [Текст] / С.Ю. Кацко // ГЕО-Сибирь-2008. – Т. 1. Ч. 2. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия: Сб. материалов IV междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2008», 22–24 апреля 2008 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2008. – С. 98–102.
- 4 Кацко, С.Ю. Состав и принципы работы интерактивных геоинформаци-

- онных служб [Текст] / С.Ю. Кацко // Сборник научных трудов аспирантов и молодых учёных Сибирской государственной геодезической академии. – Вып. 3. – Новосибирск: СГГА, 2006. – С. 19–22.
- 5 Кацко, С.Ю. Сравнение пространственных моделей в традиционном и геоинформационном картографировании [Текст] / С.Ю. Кацко // ГЕО-Сибирь-2007: Сб. материалов междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2007», 23–27 апреля 2007 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2007. – С. 168–173.
 - 6 Кацко, С.Ю. Эволюция сущности и роли картографических изображений [Текст] / С.Ю. Кацко // ГЕО-Сибирь-2008. – Т. 1. Ч. 2. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия: Сб. материалов IV междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2008», 22–24 апреля 2008 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2008. – С. 203–207.
 - 7 Лисицкий, Д.В. Изменение сущности и функций картографических изображений на современном этапе развития общества [Текст] / Д.В. Лисицкий, С.Ю. Кацко // Геодезия и картография. – № 2. – 2008. – С. 26–28.
 - 8 Лисицкий, Д.В. Назначение и особенности цифрового картографического изображения в геоинформационном картографировании [Текст] / Д.В. Лисицкий, С.Ю. Кацко // ГЕО-Сибирь-2005. – Т. 4. Геоинформатика: Сб. материалов междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2005», 25–29 апреля 2005 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2005. – С. 23–28.
 - 9 Lisitsky, D.V. Change of cartographic image role and functions under modern conditions of society computerization [Text] / D.V. Lisitsky, S.Yu. Katsko // Abstracts of Papers. Материалы XXIII Международной картографической конференции. – Москва, 2007. – С. 69.
 - 10 Lisitsky, D.V., S.Yu. Katsko. The alteration of role and functions of cartographic images under current conditions of society computerization [Electronic resource]. – Moscow, 2007. – 1 electronic optical disc (CD-ROM), – «Cartography for everyone and for you».