

ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ И ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ

Цветков В.Я.

ОАО Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Москва, e-mail: cvj2@mail.ru

Проведен анализ цифровых моделей и цифровых карт как основных информационных продуктов в геоинформатике. Введено обобщающее понятие для цифровых карт и цифровых моделей. Это обобщающее понятие – информационная конструкция. Показано сходство и различие между цифровыми картами и цифровыми моделями. Показано, что цифровая модель является аналогом пространственного объекта. Показано, что цифровая карта является моделью с искажениями, вносимыми картографическими преобразованиями. Цифровая карта не является аналогом пространственного объекта. Поэтому цифровая модель и цифровая карта не эквивалентны. Показано преимущество цифровой модели по точности передачи координат. Показано преимущество цифровой карты по визуальному представлению пространственной информации и по отображению пространственной топологии. Показано, что определение цифровой карты как цифровой модели некорректно.

Ключевые слова: информация, геоинформатика, информационные продукты, информационные конструкции, информационные модели, цифровые методы, цифровые модели, цифровые карты, картографические проекции

DIGITAL MAPS AND DIGITAL MODELS

Tsvetkov V.Y.

Research Institute of automated systems in railway transport, Moscow, e-mail: cvj2@mail.ru

The article analyzes the digital models and digital maps. The article shows that the digital maps and digital models have the basic information products in geoinformatics. The article introduces the umbrella term for digital maps and digital models. This is a general concept is an information design. This article describes the differences and similarities between digital maps and digital models. The article proves that the digital model is an analogue of the spatial object. The article proves that the digital map is a model of the distortions introduced by mapping transformations. Digital Map is not synonymous with a spatial object. The article proves that the digital model and digital maps are not equivalent. This article describes the advantages of digital transmission model accuracy coordinates. This article describes the advantages of digital maps for visual representation. This article describes the advantages of digital maps for displaying spatial topology. The article argues that the definition of a digital map as a digital model is not correct.

Keywords: information, geo-informatics, information products, information construction, information models, digital methods, digital models, digital maps, map projections

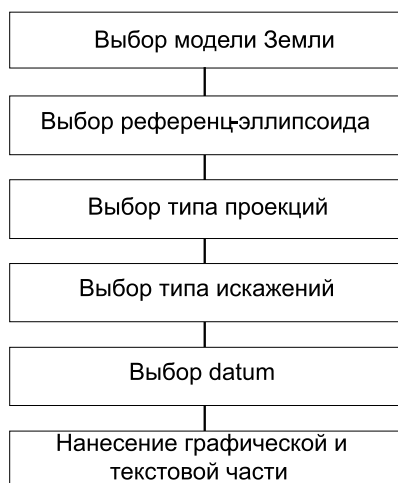
В настоящее время накоплен достаточный опыт в создании цифровых карт и цифровых моделей. Этот опыт закреплен теорией и практикой применения геоинформационных технологий. Между понятиями «цифровая карта» (ЦК) и «цифровая модель» (ЦМ) существуют признаки сходства и различия. Оба понятия описывают модели, но это различные модели, поэтому понятия ЦК и ЦМ не являются синонимами. Цифровая карта, как карта, должна содержать все атрибуты, присущие карте. Она должна содержать замочное оформление и обязательно быть представлена в одной из возможных или выбранных картографических проекций. Цифровая карта (как дискретная модель) должна создавать возможность визуального отображения в виде аналоговой модели обычной карты. Она должна обладать полной сопоставимостью с обычными картами, получаемыми сразу в бумажной форме. Цифровые карты и цифровые модели являются двумя основными (но не единственными) видами геоинформационных продуктов, создаваемыми методами геоинформатики.

Материалы и методы исследования

В качестве материала использовались существующие описания цифровых моделей и цифровых карт и технологии их получения. В качестве методики исследования применялся системный анализ, качественный анализ и структурный анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Термин «карта» появился в средние века, в эпоху Возрождения, до этого употреблялись слова *tabula* и *descriptionis*. Этот термин происходит от латинского «*charta*» (лист, бумага), производного от греческого *χαρτης* (хартес – бумага из папируса). В России изначально карта называлась «чертежом», что означало изображение местности чертами, черчением, и лишь в эпоху Петра I появился термин «ландкарты», а потом – «карты». Цифровая карта является моделью обычной карты и сохраняет ее достоинства и недостатки. На рисунке приведена технологическая модель создания обычной карты. В ней имеет место множество условностей.



Технологическая схема составления карт

Искажения являются обязательным атрибутом карты. По характеру искажений проекции подразделяются на равноугольные, равновеликие и произвольные. В равноугольных проекциях отсутствуют искажения углов, картографическая сетка ортогональна, частные масштабы длин не зависят от направлений, сохраняются формы бесконечно малых частей изображения. В этих проекциях наблюдаются большие искажения площадей [1]. В равновеликих проекциях сохраняются длины вдоль одного из главных направлений [2]. В произвольных проекциях имеют место искажения всех видов. Цифровые модели лишены этих искажений. Проекционные преобразования также вносят свои искажения, которые не имеются у цифровых моделей. Картограф при составлении карт также вносит искажения: смещая близкорасположенные объекты или показывая мелкие объекты «с преувеличением» и так далее. Таким образом, карта содержит комплекс искажений, вносимых при ее составлении. Это требует при цифровании такой карты участия специалиста картографа, который за счет когнитивного моделирования уменьшит соответствующие погрешности.

Отображение реального мира. Цифровые карты и цифровые модели являются отображением объективной реальности окружающего информационного поля [3]. Они являются компонентами научной картины мира [4, 5]. Оба вида этих информационных продуктов используют при решении практических задач: навигации, проектирования, измерений и анализа. Цифровые карты и цифровые модели являются двумя видами пространственных моделей объектов земной поверхности и самой поверхности. Базовые технологии для создания

цифровых моделей фотограмметрические, геодезические и космические. Базовые технологии для создания цифровых карт картографические, фотограмметрические, геодезические и космические. ЦК создается на основе неполной аналогии. ЦМ создается на основе полной аналогии. Цифровая модель, в зависимости от способа ее построения и выбора основы, может в большей степени сохранять геометрические характеристики исходной поверхности Земли или другого небесного тела, пространственным аналогом которого она является. Ряд технологий построения пространственных цифровых моделей создают близкое к реальному расположение точек модели. ЦК зависит от проекции и от модели Земли. ЦК строится независимо. В отличие от цифровой карты цифровая модель представляет собой в общем случае трехмерную пространственную модель неотягощенную специальными картографическими нагрузками и ограничениями.

По признакам моделирования. По признакам моделирования цифровая карта это модель модели. Обычная карта является плоской моделью трехмерной реальности. Цифровая карта может строиться по обычной карте как вторичная модель. Даже если ЦК строится не по картографической информации, а, например, с помощью фотограмметрических методов, то на заключительном этапе построения в нее необходимо вводить картографические преобразования, которые вносят дополнительные искажения, как и в обычную карту. Цифровая карта это плоская модель трехмерной реальности. Цифровая модель это трехмерная модель трехмерной реальности

Масштабный ряд. Карты и цифровые карты создаются на любой масштабный ряд. ЦМ создаются в основном на крупных масштабах, поэтому цифровая модель ближе к плану, чем карте. Тем не менее, по совокупности цифровых моделей можно строить достаточно протяженные объекты, с учетом референцной или общеземной системы. В настоящее время создаются мульти масштабные карты для отображения информации в разных масштабах [6].

Соответствие между оригиналом и моделью. Цифровая модель гомоморфна объекту моделирования, цифровая карта гомеоморфна объекту моделирования. Методология цифровых карт основана на преобразованиях меняющих пространство. В них осуществляется переход от трехмерной реальности к плоскости. Методология цифровых моделей основана на концепции моделирования аналогов. В них сохраняется трехмерность.

По взаимному преобразованию. Цифровая модель может быть преобразована в карту, а карта не всегда может быть преобразована в ЦМ

Трехмерность. Цифровая карта может плоской моделью, но и трехмерной. В этом случае ее аналогом будет рельефная карта, т.е. такая пространственная модель трехмерной криволинейной поверхности у которой высоты передаются без искажений, а в плане сохраняются искажения, обусловленные проекционными преобразованиями, присущие картам. В трехмерной цифровой модели без искажения передаются все три координаты.

Изобразительные характеристики. Цифровая карта имеет широкие изобразительные характеристики и как двухмерная модель очень удобна для визуального анализа человеком. Цифровая карта удобна для визуальной обработки и визуального анализа информации, так как по существу работает с двухмерными образами. Цифровая модель такой изобразительностью не обладает

Временной аспект. Временной аспект как правило включает три фактора долговременный, средневременный и оперативный. С этим аспектом связана характеристика качества информации – актуальность и процедура актуализации данных и баз данных.

Исходные данные. Хотя по технологиям создания цифровые модели и цифровые карты создаются примерно одинаково. Исходные данные у ЦК и ЦМ различны. Для создания ЦК основой служат геоданные [7]. Для создания ЦМ основой служит более сложная картографическая модель.

Методы хранения. Цифровая модель хранится в виде структурированных файлов и занимает относительно мало места на машинных носителях. Цифровая карта хранится в виде визуальных изображений. Представление пространственной информации в базах пространственной информации (БПД) осуществляется в виде картографических изображений, 3D-моделей или компьютерных анимаций. Последняя форма представления часто используется при разработке сценариев ситуационного моделирования в «ситуационных» комнатах.

Одно из назначений банка пространственных данных формирование визуальной картографической модели. Этот процесс основан на организации картографических данных в виде тайловой структуры [8]. *Тайл* (англ. *tile* – плитка) [9] в компьютерных картографических сервисах – один из квадратных фрагментов, на которые разбивается растровое изображение. Каждый тайл представляет собой изображение формата jpeg (спутниковые снимки) или png (кар-

ты, слои) и хранится в файле с уникальным именем, которое определяется координатами этого тайла по осям X и Y. Синонимом термина «тайл» является «текстура». Наложение текстуры является одной из основных задач графического аппаратного обеспечения. Ключевой задачей при наложении текстур является задача хранения и управления большими текстурами на графических процессорах. Тайловая технология позволяет хранить небольшой набор тайлов вместо большого растрового изображения. То есть эта технология на порядки (1000) уменьшает объем хранимых растровых изображений [10]. Однако она выдвигает дополнительную проблему конструирования изображений из тайлов и обновлений изображений из тайлов. Большинство графических программ применяя тайлы размерами 256x256 пикселей. В частности, в ГИС «Панорама-АГРО» [11] принят именно такой размер тайлов.

Топология. Цифровые карты содержат топологию и позволяют отображать пространственные топологические свойства. Цифровые модели пока не имеют механизма отображения топологии. Именно этим обусловлено преимущественное отображение информационных продуктов ГИС в виде цифровых карт. В настоящее время средства компьютерной графики хорошо приспособлены для отображения топологии пространственных моделей.

Структурность. Цифровую модель можно рассматривать как некий структурный пространственный каркас, который служит основой для решения ряда задач, включая и построение карт. Цифровая модель может в большей степени соответствовать реальной поверхности по сравнению с картой. При этом возможны случаи построения цифровых моделей в заданных картографических проекциях.

Проведенные исследования позволяют сформулировать определения для ЦК и ЦМ.

Цифровая карта – двухмерная или пространственная модель земной поверхности, преобразованная в соответствии с заданной картографической проекцией. Проекционные преобразования являются неотъемлемой частью цифровой карты.

Цифровая модель – пространственная модель криволинейной поверхности, которая создается на основе полной аналогии реальной поверхности и может быть преобразована в заданную картографическую проекцию.

Дискуссия

С информационных позиций цифровые карты и цифровые модели являются инфор-

мационными конструкциями [12], которые имеют сходство и существенное различие. Они не являются эквивалентами. С технологических позиций цифровые карты и цифровые модели являются информационными продуктами, которые по-разному формируются и применяются. Определение цифровой карты через цифровую модель «цифровая карта – цифровая модель...», даваемое в [13] нельзя считать корректным ни лингвистически, ни по содержанию.

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы. Цифровые карты в большей степени подчинены ограничениям по сравнению с цифровыми моделями. Это вытекает из подчинения их требованиям, предъявляемым к отображению карт. Цифровые модели представляют собой в общем случае трехмерные *пространственные аналогии* реальных объектов. Цифровые карты являются *искаженным подобием реальных объектов* с большим числом условностей. Цифровые модели предназначены в основном для расчетов, но обладают меньшей визуальной изобразительностью. Цифровые карты хорошо представляются в визуальной форме и хорошо показывают топологию. Они являются упрощенной пространственной моделью, удобной для анализа их человеком. Цифровые карты и цифровые модели представляют собой информационные конструкции, позволяющие строить набор сцен или информационных ситуаций с помощью средств компьютерной графики или электронной полиграфии.

Список литературы

1. Бородко А.В., Бугаевский Л.М., Верещака Т.В., Запрягаева Л.А., Иванова Л.Г., Книжников Ю.Ф., Савиных В.П., Спиридонов А.И., Филатов В.Н., Цветков В.Я. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр / Энциклопедия. В 2 томах. – М., Картоцентр-геодезиздат, 2008. Том I А-М.
2. Бугаевский Л.М., Цветков В.Я. Геоинформационные системы. – М.: «Златоуст», 2000 – 224 с.
3. Бондур В.Г. Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. – № 2 (10). – С. 107–113.
4. Tsvetkov V.Ya. Worldview Model as the Result of Education // World Applied Sciences Journal. – 2014. – № 31 (2). – P. 211–215.
5. Тупик Н.В. Модель мира индивидуума. – Санкт-Петербург, Любавич, 2010. – 161 с.
6. Цветков В.Я., Железняков В.А. Мультимасштабная электронная карта как основа системы учёта земель // Государственный советник. – 2014. – № 1. – С. 28–37.
7. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоданные как системный информационный ресурс // Вестник Российской Академии Наук. – 2014. – том 84, № 9. – С. 826–829. DOI: 10.7868/S0869587314090278.
8. Цветков В.Я., Лобанов А.А., Матчин В.Т., Железняков В.А. Обновление банков данных пространственной информации // Информатизация образования и науки. – 2015. – № 1 (25). – С. 128–136.
9. Wei L.Y. Tile-based texture mapping on graphics hardware // Proceedings of the ACM SIGGRAPH/EUROGRAPHICS conference on Graphics hardware. – ACM, 2004. – С. 55–63.
10. Markelov V. Spatial Information Storage. // European Researcher. – 2013. – Vol.(60), № 10–1. – P. 2374–2378.
11. Демиденко А.Г., Дыщенко С.Г., Железняков В.А., Цветков В.Я. Новые возможности ГИС «Панорама» // «Кадастр недвижимости». – 2010 – № 3. – С. 101–103.
12. Tsvetkov V. Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design. – 2014. – Vol (5), № 3. – P. 147–152.
13. Бородко А.В., Бугаевский Л.М., Верещака Т.В., Запрягаева Л.А., Иванова Л.Г., Книжников Ю.Ф., Савиных В.П., Спиридонов А.И., Филатов В.Н., Цветков В.Я. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр / Энциклопедия. В 2 томах. – М., Картоцентр-геодезиздат, 2008. Том II Н-Я.