

ISSN: 2219-8229
 E-ISSN: 2224-0136
 Founder: Academic Publishing House *Researcher*
 DOI: 10.13187/issn.2219-8229
 Has been issued since 2010.



European Researcher. International Multidisciplinary Journal

UDC 004.02; 004.03; 004.8; 52-38; 528

Spatial Information Models

Viktor Ya. Tsvetkov

Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation, Russia
 Dr. (Technical), Professor
 E-mail: cvj2@mail.ru

Abstract. The paper studies the spatial information models as types of information models, reveals the properties of these models, shows the common features of information spatial models and intelligent models. The features of tasks solution, using spatial information models are described.

Keywords: information technologies; information models; information spatial models; tasks of the first and second kind.

Введение. Информационные пространственные модели обладают спецификой существенно отличающей их от прочих информационных моделей. Напомним, что информационной моделью называют [1] целенаправленное формализованное отображение существующего объекта или системы объектов с помощью совокупности взаимосвязанных, идентифицируемых, информативно определяемых параметров, отображающих наиболее существенные свойства, связи и отношения объекта.

В упрощенном понимании информационная модель может быть представлена как набор параметров или показателей [2], образующих взаимосвязанную систему, включающую связи и отношения.

Информационная модель отображает очередь качественные признаки, связи и отношения и, если необходимо, количественные значения параметров. Информационные модели подразделяют на специализированные и общие. Определение данное выше описывает общую информационную модель. Специализированные информационные модели отражают определенный аспект исследования, например, информационную ситуацию [3, 4], информационную позицию [5], информационную асимметрию [6], информационную потребность [7] и др. Поэтому актуально исследование информационных пространственных моделей (ИПМ) на предмет анализа их особенностей, а также сходства или различия с обычными информационными моделями.

1. Группы характеристик пространственных информационных моделей. При создании и применении пространственных информационных моделей всегда присутствует человек. Это учитывается группой характеристик, которые можно обозначить термином «когнитивные». К этим характеристикам относятся: «воспринимаемость», «интерпретируемость», «семантическая содержательность».

Создание и применение пространственных информационных моделей всегда сопряжено с их визуализацией. Это учитывается визуальными характеристиками [9] ИПМ «обозримость», «облик модели», «снимок модели».

Создание и применение пространственных информационных моделей сопряжено с необходимостью решения измерительных задач. Это учитывается группой характеристик,

которые можно обозначить термином «метрические». К этим характеристикам относятся: «измеряемость», «точность», «масштаб».

Пространственные информационные модели имеют определенные функциональные возможности и могут быть использованы для достижения определенных целей. Это учитывается группой характеристик, которые можно обозначить термином «функциональные». К этим характеристикам относятся: «функциональность», «целевая определенность», «ситуационная определенность», «полнота», «достоверность», «актуальность», «согласованность», «надежность», «время согласования».

Как информационные, пространственные информационные модели имеют свойства, которые образуют группу характеристик, которые можно обозначить термином «информационные». К этим характеристикам относятся: «информированность», «информационная асимметричность», «информационная определенность», «информационная идентифицируемость», «информационный объем», «пространственная референция».

Как пространственные модели ИМП имеют свойства, образующие группу характеристик, которые можно обозначить термином «конфигурационные» [10]. Термин «конфигурационные» выбран в альтернативу термину «пространственные». Он является более емким по содержанию и используется в областях получения знаний. К характеристикам этой группы относятся: «координатная поддержка», «топология», «конфигурация», «пространственный тип», «геометрическая сложность», «геометрическая размерность», «координатное описание».

Как сложные системы, пространственные информационные модели имеют группу характеристик, которые можно обозначить термином «системные» [11]. К этим характеристикам относятся: «структура», «иерархия», «связи», «отношения», «структурная сложность», «линейность или нелинейность», «эмерджентность».

2. Содержание характеристик моделей. Рассмотрим конкретные характеристики моделей более подробно.

2.1. Группа визуальных характеристик.

Особенность характеристик этой группы в том, что при анализе используются характеристики, свойственные визуальным наблюдениям или термины из области фотограмметрии.

Обозримость – свойство моделей, состоящее в том, что человек (*в рамках своего интеллекта*) в состоянии обозреть совокупность параметров и связей, входящих в модель и *понять* данную модель как целое.

Облик модели – субъективная характеристика, которую дает субъект (*в рамках своего интеллекта*) по совокупности ее видимых характеристик сравнительно с другими моделями. «Видимые» характеристики в этом случае эквивалентны термину «существенные» характеристики.

Снимок модели – зафиксированное на определенный момент времени состояние модели с фактическими значениями параметров на данный момент. Совокупность таких «снимков» позволяет оценить динамику модели.

2.2. Группа когнитивных характеристик ИПМ.

Группа когнитивных характеристик обусловлена включением в рассмотрение и анализ модели когнитивной области мышления человека.

Восприимчивость – свойство моделей, состоящее в том, что человек (*в рамках своего интеллекта*) в состоянии воспринять и *понять* данную модель как отражение объективной реальности или ее практическое назначение. Если модель не обозрима или не восприимчива, она, как правило, отвергается и не применяется человеком. Наличие информационной асимметрии между руководителями и исполнителями приводит к тому, что руководители чаще отвергают новую модель, которая им не понятна.

Интерпретируемость – свойство модели, состоящее в том, что субъект может интерпретировать модель и ее поведение с помощью лингвистических средств, находящихся в его распоряжении.

Семантическая содержательность – свойство модели, состоящее в том, что ее параметры и связи при изменении количественных и качественных характеристик передают определенные смысловые значения.

Уровень человеческого интеллекта существенно различается у разных людей, например, у специалистов в данной области и не специалистов. Отсюда такие свойства как обозримость и воспринимаемость различны для разных людей [12] в частности для руководителей, принимающих решение, и специалистов, создающих новые и сложные модели.

2.3. Группа функциональных характеристик ИПМ.

Несмотря на то, что группа функциональных характеристик ИПМ соотносится с функциями модели, некоторые из этих характеристик соотносятся с когнитивной областью человека.

Функциональность – свойство моделей, состоящее в том, что данная модель может выполнять ряд функций, которые человек в состоянии определить и задать.

Целевая определенность состоит в том, что модель может быть использована для достижения конкретных целей, которые человеку понятны и приемлемы.

Ситуационная определенность состоит в том, что модель может быть использована в известных ситуациях, которые человеку понятны и им анализируемы.

Полнота - свойство моделей, характеризующее возможность и достаточность использования модели для принятия решений или для решения известных задач.

Достоверность - свойство моделей, характеризующее возможность корректно и адекватно отражать объективную реальность.

Актуальность - свойство моделей соответствовать отображаемому объекту на текущий момент времени. Актуальность подразумевает наличие некоего порога устаревания модели.

Точность - свойство моделей соответствовать по заданному метрическому критерию определённой степени близости реальному состоянию объекта или процесса.

Согласованность - свойство моделей по заданным критериям соответствовать и не противоречить другим моделям и их функциям, не нарушая целостной картины мира.

Надежность - свойство моделей, отражающее возможность получения корректного результата с применением данной модели при условии внешних возмущающих воздействий на модель или изменения (в определенных человеком границах) ее параметров.

Время согласования - допустимое время целесущественного воздействия [8] на ИПМ. Эта характеристика определяется поведением моделируемого (и управляемого) объекта. Применяется в управлении, так накладывает ограничения на временные характеристики анализа и управления моделью. Если время анализа и выработки управляющего воздействия становится больше времени согласования, объект управления становится неуправляемым.

2.4. Группа информационных характеристик ИПМ.

Информированность – степень обеспечения модели, ее частей и элементов информацией, необходимой для выполнения моделью ее функций.

Информационная асимметричность – несоответствие между имеющейся в наличии информацией и необходимой для выполнения моделью ее функций. Это внутренняя асимметрия или «асимметрия по информированности» [6]. Другой вид информационной асимметричности – несоответствие между имеющейся в наличии информацией и необходимой для адекватного анализа внешней информационной ситуации и информационной позиции модели [5]. Это внешняя асимметрия или «асимметрия по ситуации» [6].

Информационная определенность – состояние модели, при котором имеющейся информации достаточно для выполнения моделью ее функций. Это состояние противоположно состоянию информационной асимметрии.

Информационная идентифицируемость – свойство модели, состоящее в том, что все ее параметры могут быть информационно определены на основе сбора информации, измерений или наблюдений.

Информационный объем – объем файла или информационного сообщения (в Байтах), необходимый для полного описания модели. Иногда эту характеристику ошибочно называют «количество информации».

Пространственная референция при исследовании объектов земной поверхности чаще заменяется термином «геореференция» [13]. Особенность этой характеристики в том, что

она является не чисто «информационной», а «пространственно-информационной». То есть она принадлежит группе информационных и конфигурационных характеристик.

Пространственная референция – соотнесение непространственной и пространственной информации с пространственными объектами или с точками пространства. При этом пространство не ограничивается только земной поверхностью, может быть околоземным или космическим. Последнее отличает пространственную референцию от геореференции, которая соотносит информацию только об объектах на земной поверхности. Основная функция пространственной референции – соотнесение информации с точками реального пространства.

2.5. Группа конфигурационных характеристик ИПМ.

Группа конфигурационных характеристик обусловлена тем, что ИПМ описывают не только абстрактное пространство, но и реальное пространство, реальные пространственные объекты и пространственные отношения.

Координатное описание – количество и вид координат, необходимых для однозначного определения моделируемого объекта в пространстве.

Координатная поддержка ИПМ – методы и технологии, делающие координатное описание ИПМ информационно определенным.

Топология – свойство ИПМ включать топологические характеристики пространственных объектов, включая топологическую структуру.

Конфигурация – форма и структура модели и ее отношение к другим пространственным моделям. Конфигурация включает геометрическую структуру.

Пространственный тип – принадлежность к одному из трех типов пространственных моделей, применяемых в геоинформатике: точечному, линейному или ареальному.

Геометрическая сложность – характеристика кривых, определяющих форму ИПМ. Характеризуется количеством точек экстремума, гладкостью контуров, числом радиусов кривизны для данной формы ИПМ, набором переходных линий и числом графических примитивов, содержащихся в кривой.

Размерность – характеристика модели, позволяющая ее соотносить с 2D, 2.5D, 3D геометрическими визуальными моделями.

2.6. Группа системных характеристик ИПМ.

Структура – системная характеристика (не путать с геометрической) модели, заключающаяся в том, что совокупность частей, элементов модели и связей между ними задают четкую структуру, по которой модель можно анализировать как систему. Означает переход от «черного ящика» к «белому ящику» [1]

Иерархия – свойство модели в возможности ее представления в виде стратифицированной иерархической системы

Структурная сложность – системная характеристика (не путать с геометрической) модели, заключающаяся в том, что совокупность частей, элементов модели и связей между ними задаются в виде графа сложности, анализ которого позволяет дать оценку системной сложности модели.

Линейность или нелинейность – свойство модели, которое позволяет представлять ее линейными или нелинейными составляющими.

Эмерджентность ИПМ – свойство модели, не сводимое к сумме свойств ее частей и элементов.

Перечисленные основные свойства моделей не являются единственными. Возможно дополнение групп и расширение их состава. Все свойства применяются в информационных системах и технологиях и определяют так называемый геоинформационный подход [14]. Его особенность в рассмотрении пространственных ситуаций и моделей как совокупности параметров, связей, процессов и ресурсов.

3. Характеристики интеллектуальных пространственных моделей. В аспекте качественного содержания, семантики и когнитологии моделей их делят на три категории: дескриптивные (описательные), ресурсные (накопление опыта) и интеллектуальные (активные) [15]. Описательные и ресурсные достаточно описаны в литературе [1]. Остановимся на интеллектуальных. Интеллектуальные пространственные информационные модели обладают рядом свойств, среди которых следует выделить:

Автономность – модели функционируют без прямого вмешательства ЛПП и обладают способностью контролировать свои действия и внутреннее состояние.

Коммуникативность – модели взаимодействуют с другими моделями средствами некоторого коммуникационного языка.

Реактивность – модели реагируют на изменения окружающей среды в определенных временных рамках.

Целенаправленность – модели обладают целенаправленным поведением и способностью проявлять инициативу.

Индивидуальность – каждая модель имеет собственную картину окружающего мира, на основе которой осуществляет свои действия.

Коммуникабельность и кооперативность - модели могут обмениваться информацией с окружающей их средой и другими моделями.

Самоорганизация – поведение модели включает способность к самоорганизации или конструированию модели окружающей среды для того, чтобы находить новые способы поведения.

4. Решение задач с помощью ИПМ. Применение ИПМ [16] позволяет решать сложные задачи, которые не решаются другими методами.

Решение всякой простой задачи с помощью пространственной информационной модели может быть представлено в виде продукции:

$$K_P \rightarrow K_T \quad (1)$$

где K_P - ситуация реального состояния объекта; K_T – ситуация требуемого состояния объекта.

Решение сложной задачи может быть получено с помощью решающей системы и расчленено на отдельные действия (d_i) решающей системы и в целом представлено как последовательность этих действий:

$$K_P \rightarrow d_1(K_P) \rightarrow K_1 \rightarrow d_2(K_1) \rightarrow K_2 \rightarrow d_3(K_2) \rightarrow K_3 \rightarrow \dots \rightarrow K_T \quad (2)$$

Продукция (2) означает, что состояние ИПМ (K) мотивирует решающую систему на действия (d), которые переводят ИПМ в новое состояние. Анализ нового состояния мотивирует решающую систему на новые действия и так далее до достижения цели.

Последовательность действий решающей системы $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$ есть путь решения задачи. Под путем решения часто понимают алгоритм решения задачи. По этому критерию все задачи можно разделить на два типа. Если путь решения исходной задачи известен априори, то имеет место решающая система первого рода [8]. Если же путь решения исходной задачи неизвестен, то решающая система называется решающей системой второго рода. В этом случае на каждом этапе решения анализируется ситуация [3, 4]. На основе анализа ситуации принимается решение в какой-то локальной области. Это переводит модель или систему в новое состояние.

По существу это приводит к интерактивной обработке информации, широко применяемой в геоинформатике и проектировании. Особенность такого решения при использовании ИПМ в том, что ИПМ представляет собой связанную совокупность визуальной (качественной) формы, отражающей цифровую (количественную) сущность модели [17].

В процессе этапа решения с помощью ИПМ изменяют количественные параметры модели, что приводит к качественному (визуальному) изменению ее формы. Анализ качественной составляющей мотивирует к очередному количественному решению, что и создает цепочку (2).

Основной причиной, обуславливающей обработку ИПМ по способу решения задач второго рода, это ее большой информационный объем и высокая сложность [18]. Эти факторы создают информационный барьер [19], снижающий или исключаящий обзорность и воспринимаемость модели. Поэтому обработка и анализ осуществляется только той части модели, которая воспринимаема и обзорима. Анализ воспринимаемости

части модели позволяет проводить обработку такой части. Таким образом, разбиение модели на воспринимаемые и интерпретируемые части создает условия для реализации решающей цепочки (2).

Выводы. Информационные пространственные модели представляют собой сложную информационную модель, которая включает ряд специфических параметров. Эта модель используется как основа решения задач второго рода при качественном и количественном анализе объекта исследования и его состояния. Данный подход применим в области искусственного интеллекта и при анализе информационно неопределенных объектов. В целом совокупность характеристик информационной пространственной модели позволяет осуществлять декомпозицию и анализ различных сложных ситуаций, включая информационные. Такой подход позволяет получать решения в условиях информационной неопределенности и информационных барьеров.

Примечания:

1. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладная информатика: Учебно-методическое пособие: В 2-х частях: Часть 1 / Под общ. ред. А.Н. Тихонова. М.: МАКС Пресс, 2008. 788 с.
2. Аникина Г.А., Поляков М.Г., Романов Л.Н., Цветков В.Я. О выделении контура изображения с помощью линейных обучаемых моделей. / Изв. АН СССР // Техническая кибернетика. 1980. № 6. С. 36-43.
3. Соловьёв И.В. Применение модели информационной ситуации в геоинформатике // Науки о земле, 2012. № 1. С. 54-58.
4. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Информационная ситуация. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 12. С. 126-127.
5. Tsvetkov V.Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher, 2012, Vol.(36), № 12-1, p. 2166–2170.
6. Цветков В.Я. Социальные аспекты информатизации образования // Международный журнал экспериментального образования. 2013. №4. С. 108-111.
7. Цветков В.Я. Формирование образовательной потребности // Современные наукоемкие технологии. 2008. №12. С. 30-32.
8. Tsvetkov V.Ya. Multipurpose Management // European Journal of Economic Studies 2012, Vol.(2), № 2. p. 140-143.
9. Цветков В.Я. ГИС как система визуальной обработки информации // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2000. №2. С. 143-147.
10. Кулагин В.П., Цветков В.Я. Новые информационные технологии и геоинформационные технологии // Информационные технологии, 2002, №2. С. 52-55.
11. Цветков В.Я., Решетнева Т.Г. К вопросу о разработке классификаторов при проведении исследований в области геоинформатики // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2004. №1. С. 107-118.
12. Цветков В.Я. Проблемы интеллектуализации геоинформационных систем // Информатика – машиностроение. 1999. № 5-6. С. 30-31.
13. Майоров А.А., Цветков В.Я. Геореференция как применение пространственных отношений в геоинформатике // Геодезия и аэрофотосъемка, 2012. №3. С. 87-89.
14. Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. The Geoinformation approach // European Journal of Natural History. 2009. № 5. p. 102-103.
15. Цветков В.Я. Классификация как этап интеллектуализации ГИС-технологий // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 1999. №6. С. 130-135.
16. Цветков В.Я. Информационные модели как основа обработки информации в ГИС // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2005. №2. С. 118-123.
17. Цветков В.Я. Основы геоинформационного моделирования // Геодезия и аэрофотосъемка. 1999. №4. С. 147–157.
18. Tsvetkov V.Ya. Complexity Index // European Journal of Technology and Design, 2013, Vol.(1), № 1, p. 64-69.
19. Цветков В.Я. Геоинформатика и преодоление информационных барьеров // Геодезия и аэрофотосъемка, №6, 2004. С. 113-118.

References:

1. Polyakov A.A., Tsvetkov V.Ya. Prikladnaya informatika: Uchebno-metodicheskoe posobie: V 2-kh chastyakh: Chast' 1 / Pod obshch. red. A.N. Tikhonova. M.: MAKS Press, 2008. 788 s.

2. Anikina G.A., Polyakov M.G., Romanov L.N., Tsvetkov V.Ya. O vydelenii kontura izobrazheniya s pomoshch'yu lineinykh obuchaemykh modelei. / Izv. AN SSSR // Tekhnicheskaya kibernetika. 1980. N 6. S. 36-43.
3. Solov'ev I.V. Primenenie modeli informatsionnoi situatsii v geoinformatike // Nauki o zemle, 2012. № 1. S. 54-58.
4. Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. Informatsionnaya situatsiya. // Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2010. № 12. S. 126-127.
5. Tsvetkov Viktor Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher, 2012, Vol.(36), № 12-1, p. 2166–2170.
6. Tsvetkov V.Ya. Sotsial'nye aspekty informatizatsii obrazovaniya // Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. 2013. №4. S. 108-111.
7. Tsvetkov V.Ya. Formirovanie obrazovatel'noi potrebnosti // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2008. №12. S. 30-32.
8. Tsvetkov Victor Ya. Multipurpose Management // European Journal of Economic Studies 2012, Vol.(2), № 2. r. 140-143.
9. Tsvetkov V.Ya. GIS kak sistema vizual'noi obrabotki informatsii // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos"emka. 2000. №2. S. 143-147.
10. Kulagin V.P., Tsvetkov V.Ya. Novye informatsionnye tekhnologii i geoinformatsionnye tekhnologii // Informatsionnye tekhnologii, 2002, №2. S. 52-55.
11. Tsvetkov V.Ya., Reshetneva T.G. K voprosu o razrabotke klassifikatorov pri provedenii issledovaniy v oblasti geoinformatiki // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos"emka. 2004. №1. S. 107-118.
12. Tsvetkov V.Ya. Problemy intellektualizatsii geoinformatsionnykh sistem // Informatika – mashinostroenie. 1999. № 5-6. S. 30-31.
13. Maiorov A.A., Tsvetkov V.Ya. Georeferentsiya kak primeneniye prostranstvennykh otnosheniy v geoinformatike // Geodeziya i aerofotos"emka, 2012. №3. S. 87-89.
14. Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. The Geoinformation approach // European Journal of Natural History. 2009. № 5. p. 102-103.
15. Tsvetkov V.Ya. Klassifikatsiya kak etap intellektualizatsii GIS-tekhnologii // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos"emka. 1999. №6. S. 130-135.
16. Tsvetkov V.Ya. Informatsionnye modeli kak osnova obrabotki informatsii v GIS // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos"emka. 2005. №2. S. 118-123.
17. Tsvetkov V.Ya. Osnovy geoinformatsionnogo modelirovaniya // Geodeziya i aerofotos"emka. 1999. №4. S. 147–157.
18. Tsvetkov V.Ya. Complexity Index // European Journal of Technology and Design, 2013, Vol.(1), № 1, p. 64-69.
19. Tsvetkov V.Ya. Geoinformatika i preodoleniye informatsionnykh bar'erov // Geodeziya i aerofotos"emka, №6, 2004. S. 113-118.

УДК 004.02; 004.03; 004.8; 52-38; 528

Информационные пространственные модели

Виктор Яковлевич Цветков

Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики, Россия
Доктор технических наук, профессор
E-mail: cvj2@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены информационные пространственные модели, которые являются специфической разновидностью информационных моделей. Статья раскрывает свойства этих моделей. Показана связь информационных пространственных моделей с интеллектуальными моделями. Показаны особенности решения задач с применением информационных пространственных моделей.

Ключевые слова: информационные технологии; информационные модели; информационные пространственные модели; задачи первого и второго рода.