

Copyright © 2016 by Academic Publishing House Researcher



Published in the Russian Federation  
European Journal of Technology and Design  
Has been issued since 2013.

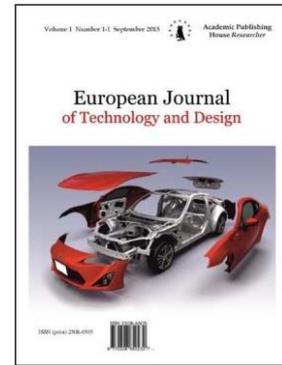
ISSN: 2308-6505

E-ISSN: 2310-3450

Vol. 11, Is. 1, pp. 13-19, 2016

DOI: 10.13187/ejtd.2016.11.13

[www.ejournal4.com](http://www.ejournal4.com)



UDC 528.06

## Principles of Geoinformation Modeling

S.G. Dyshlenko

KB Panorama, Moscow, Russian Federation

PhD

E mail: dishlenko@yandex.ru

### Abstract

The article reveals the content of the principles of geoinformation modeling. This article describes the difference between geoinformation modeling of other types of modeling. The main difference is in the use of geodata. The article shows the difference between spatial modeling and geoinformation modeling article shows the difference between geoinformation modeling and GIS modeling. This article describes digital simulation as the main form of geoinformation modeling. This article describes the spatial, situational and methodological features of geoinformation modeling.

**Keywords:** geoinformatics, modeling, spatial modeling, geoinformation modeling, spatial models.

### Введение

Моделирование, как метод научного познания, представляет собой построение модели и действия с моделью. Моделирование в научном аспекте может быть рассмотрена как форма отражения действительности [1]. Моделирование исследует состояния объектов и динамику объектов [2] Геоинформационное моделирование дополнительно использует пространственные отношения [3] и интегрированные данные. Геоинформатика строится на интеграции разных наук [4], а обработка информации в геоинформатике строится на основе пространственного моделирования. Доминирующим в пространственном моделировании является геоинформационное моделирование. Геоинформационное моделирование создает возможность переноса результатов, полученных в ходе построения и исследования моделей, на оригинал, и тем самым решает задачу переноса знаний. В то же время не всякое пространственной моделирование является геоинформационным.

### Материал и методы исследования

В качестве материала использовались существующие работы в области моделирования и геоинформационного моделирования. В качестве методики исследования применялся системный анализ, системный анализ в геоинформатике, пространственный анализ, дискриминантный анализ.

### Результаты исследования

**Дискриминантный анализ пространственного и геоинформационного моделирования.** Пространственное моделирование как вид моделирования является

более общим по отношению к геоинформационному моделированию. Пространственные модели [5] являются более общими по отношению к геоинформационным моделям. Применение САПР для решения задач кадастра или проектирования является пространственным моделированием, но не относится к геоинформационному моделированию. Применение глобальных навигационных спутниковых систем, также не является геоинформационным моделированием. Геодезические измерения, геодезический мониторинг также не включают геоинформационное моделирование. Фотограмметрическая съемка и обработка снимков на аналоговых приборах не является геоинформационным моделированием. Обработка цифровых изображений также не является геоинформационным моделированием. основное различие состоит в том что геоинформационные моделирование использует интегрированные геоданные, включающие три группы «место», «время», «тема». Пространственное моделирование использует в основном группу «место», реже «место» и «время» - мониторинг. Более детально различие выявляется при анализе характеристик геоинформационного моделирования.

**Характеристики геоинформационного моделирования.** Геоинформационное моделирование имеет несколько видов: это моделирование с использованием геоданных [6, 7], моделирование с использованием цифровых моделей [8], моделирование с использованием пространственных моделей, моделирование с использованием информационных единиц [9], моделирование с использованием визуальных моделей [10], эвристическое моделирование, моделирование с использованием виртуальных моделей [11], моделирование с использованием ГИС или ГИС- моделирование. Общим для этих видов является использование трех интегрированных групп данных «место», «время», «тема».

Основой геоинформационного моделирования являются геоданные. Именно они интегрируют три группы данных «место», «время», «тема». Это можно обозначить как первую пространственную особенность геоинформационного моделирования. Второй пространственной особенностью является применение пространственных отношений [3], как специфических моделей, которые в других видах моделирования не применяют. Методической основой геоинформационного моделирования является использование информационных единиц [9] и информационных конструкций [12].

Ситуационной особенностью современного геоинформационного моделирования является использование ситуационного моделирования [13, 14] и модели информационной ситуации [15]. Геоинформационное моделирование является средством отображения явлений и процессов реального мира и объективный практический критерий проверки истинности пространственных знаний [16]. Геоинформационное моделирование создает в итоге новые информационные модели и информационные ресурсы [17].

При моделировании исходный объект заменяется другим объектом, называемым моделью. В модели входят множество параметров, связанных между собой. Часть параметров подлежит определению на основе измерений исходного объекта и рассматривается как совокупность известных значений. Другая часть параметров определяется на основе расчетов с использованием известных параметров. Результат геоинформационного моделирования является либо «объяснение того, что есть», либо «прогнозирование того, что будет». Моделирование позволяет с меньшими затратами воссоздать процессы взаимодействия пространственного объекта и внешней среды и выявить критерии оптимизации этого взаимодействия.

Важное место в геоинформационном моделировании занимает визуальное моделирование. При визуализации моделей применяют знаковое геоинформационное моделирование. При визуальном моделировании применяют знаковые образы какого-либо вида: карты, схемы, графики, топологические схемы, формулы, графы, условные знаки, тайлы и т.п.

При исследовании динамики явлений [18] или информационных взаимодействий [19], при выявлении латентных связей, - предпочтительным является математическое геоинформационное моделирование. Математическая модель представляет собой совокупность формальных описаний (формул, уравнений, неравенств, логических условий), отражающих реальный процесс изменения состояния объекта в зависимости от различных внешних и внутренних факторов. Особенностью геоинформационного математического моделирования является использование топологии [13] и пространственных данных.

**Цифровое моделирование как вид геоинформационного моделирования.**

При исследовании пространственных объектов широко применяют цифровое моделирование [8]. В информатике, теории коммуникации [20] и геоинформатике цифровое моделирование заключается в построении дискретных моделей, отражающих свойства непрерывных аналоговых объектов. Разновидностью цифрового моделирования при обработке изображений является применение целочисленной системы координат.

В широком смысле слова цифровая модель (ЦМ) (digital model, *DM*) это информационная дискретная модель сформированная для обработки на компьютере. Цифровая модель - компьютерно-ориентированная модель. В узком смысле слова цифровая модель это дискретная пространственная модель, в которой обязательными параметрами являются: координаты, размеры, габариты, точность координат, масштаб и т.д. Естественно, что эта модель предназначена для обработки в информационных или геоинформационных технологиях. Определяющим в названии цифровая модель является то, что она сформирована в цифровом коде, который воспринимает компьютер и может проводить обработку на этой основе.

Цифровые модели могут иметь в качестве структурной основы иерархическую, реляционную, сетевую или комплексную модель. Они могут храниться в базах данных или в виде файловых структур. Наибольшее распространение цифровые модели нашли в геоинформатике, проектировании, строительстве, архитектуре, экологии и др.

Цифровые модели содержат различные типы информации. По аспекту пространственных отношений выделяют метрическую и атрибутивную типы информации. По аспекту семиотического анализа выделяют семантическую и синтаксическую составляющие. Метрическая информация определяет положение путем задания абсолютных координат точек ЦММ и размеры объекта путем относительных координат точек в условных или местных системах. Первые цифровые модели включали только метрическую информацию и могли создаваться только на основе геодезических измерений. Более сложные цифровые модели используют при формировании методы искусственного интеллекта и формируются на основе геоданных [7].

Особенностью метрической информации цифровых моделей, полученных по реальным измерениям, в отличие от цифровых моделей САПР, является точностная характеристика. Она обусловлена неустранимыми ошибками приборных измерений и последующими ошибками вычислений. Этот параметр определяет применимость цифровой модели при решении практических задач в разных масштабах.

Атрибутивная информация в ЦММ определяет принадлежность точек или объектов к определенному классу или объекту (сложный или простой объект), описывает свойства объектов и их частей, задает взаимосвязи и условия обработки, условия воспроизведения и т.п. также как и во всей геоинформатике она решает главную задачу нахождения пространственных отношений

Семиотический аспект позволяет рассматривать ЦМ как содержательную информационную модель. Этот аспект дает возможность вводить известные в информатике оценки: коэффициент информативности и коэффициент содержательности цифровой модели. Семантическая часть информации определяет ее содержательную сторону, она связана с кодированием данных. Синтаксическая информация определяет набор правил и отношений работы с цифровой моделью как с обычной информационной моделью. Она связана с классификацией и правилами построения моделей. Аспект рассмотрения структуры цифровой модели позволяет выделить в ней логическую и физическую структуры [16].

Логическая структура ЦМ определяется как структура для которой допустимы логические преобразования, которые позволяют осуществлять верификацию модели. Элементом логической структуры ЦММ является логическая запись. Физическая структура ЦММ определяется способом реализации логической ЦММ на конкретной технической основе. Она задает формат записи данных, размеры кластеров, слов и т.д. Элементом физической структуры ЦММ является физическая запись. Эти две части являются соответствием даталогической и физической моделей. Таким образом, цифровая модель это компьютерно-ориентированная модель и модель, объединяющая даталогическую и физическую модели.

Среди пространственных цифровых моделей выделяют несколько: цифровая модель местности, цифровая модель объекта, цифровая модель явления (процесса). Наибольшее применение в геоинформатике находит цифровая модель местности. Одним из результатов геоинформационного моделирования является цифровая модель местности.

Цифровая модель местности (ЦММ) - информационная дискретная модель местности, предназначенная для хранения и обработки в компьютерных технологиях, которая должна содержать несколько основных свойств, вытекающих из ее определения, а именно:

1. Как информационная модель ЦММ должна содержать описание объекта моделирования. То есть можно говорить о дескриптивной составляющей ЦММ.

2. Как семиотическая модель, ЦММ включает три части: синтаксис - правила построения и использования; семантику - содержательную часть об объекте моделирования; прагматику - быть полезной, иметь меру оценки полезности.

3. Как цифровая модель ЦММ должна быть дискретной и оптимально организована для работы с компьютером.

4. Как модель вообще ЦММ должна быть классифицирована на известном классе моделей. Это означает, что она должна в качестве логической основы содержать одну из базовых моделей данных, а также удовлетворять требованиям и обладать общими свойствами моделей соответствующего класса безотносительно к предметной области ее применения.

5. Как прикладная модель объекта, ЦММ должна содержать специальную тематическую информацию о моделируемом объекте.

6. Как содержимое базы данных ЦММ должна быть организована не в виде файловой системы, а как структурированная модель базы данных. Это накладывает на нее определенные условия формирования и использования..

7. Как информационная продукт ЦММ должна обладать потребительскими свойствами. Потребительские свойства определяются разнообразными возможностями применения ЦММ. Следовательно, с целью повышения потребительской полезности ЦММ в базе данных должна быть информативно переопределена, чтобы ее можно было использовать для решения не одной, а различных задач. В этой части можно говорить о прагматической составляющей ЦММ.

Одной из разновидностей ЦММ является цифровая модель рельефа. Эта модель используется для отображения рельефа местности. Одним из способов решения этой задачи является использование изолиний.

**ГИС моделирование.** Необходимо различать понятия геоинформационное моделирование и ГИС-моделирование. В широком смысле геоинформационное моделирование – это компьютерное моделирование. ГИС – моделирование это моделирование с использованием только ГИС как специализированной информационной системы. Использование САПР для моделирования не является ГИС-моделированием. Использование САПР для пространственного моделирования может быть геоинформационным моделированием. Определим ГИС-моделирование как класс моделирования пространственно- временных данных, использующий их организацию в ГИС, согласно которой каждый графический объект тесно взаимосвязан с одной или несколькими таблицами базы данных и специфические особенности графического интерфейса систем ГИС.

ГИС-моделирование можно определить также как класс моделирования пространственных объектов, имеющих графическую форму представления, связанную с формой хранения в базах данных. Форма хранения в базах данных ГИС называется табличной. ГИС-моделирование включает пять основных типов построения и формирования моделей:

1. Преобразование графической информации, которое приводит к изменению графических и табличных данных;

2. Преобразование табличных данных, что приводит к изменению графических и табличных данных;

3. Преобразование графических объектов из одного типа в другой;

4. Построение цифровых моделей явлений;

5. Построение, редактирование или модификация графических объектов на основе отношений между пространственными объектами (без использования графических редакторов).

Основу ГИС-моделирование как специализированной технологии составляют преобразования основанные на теоретико-множественных отношениях, законах формальной логики, алгоритмам обработки изображением и многим другим, что является самостоятельным научным направлением, не связанным с географией. Объектами этого моделирования являются пространственные объекты и объекты базы данных ГИС, «пространственные свойства» которых определяется их позиционной привязкой к точкам земной поверхности.

Как технология ГИС-моделирование включает специальные технологии моделирования:

геогруппировку - построение временной динамической модели путем объединения совокупностей графических объектов в более крупные объекты;

буферизацию - процедуру построения полигональных объектов по заданным линейным (и точечным) объектам и параметрам буферизации;

генерализацию - процедуру обобщения графических объектов и изменения их видимости при изменении масштаба;

комбинирование - процедуры композиции или декомпозиции графических объектов на основе отношений между ними;

геокодирование - процедуру позиционирования (координатной привязки) данных одной таблицы к данным другой, позиционно определенной таблицы;

обобщение данных - процедуру создания атрибутов новых объектов на основе отношений атрибутов исходных объектов;

построение тематических карт на основе анализа и обработки атрибутивных данных;

ректификацию данных;

проведение автоматической классификации признаков графических объектов (включая растровые) по заданным критериям.

### **Заключение**

Геоинформационное моделирование средством получения информации из информационного поля [21]. Геоинформационное моделирование может применяться не только для исследования объектов земной поверхности, но и при космических исследованиях [22]. Геоинформационное моделирование отличается от пространственного моделирования. Пространственное моделирование является более общим понятием. Геоинформационное моделирование отличается от ГИС-моделирования. ГИС-моделирование является частным случаем геоинформационного моделирования. Геоинформационное моделирование не является географическим моделированием, хотя может решать географические задачи. Геоинформационное моделирование является частным случаем информационного моделирования. Геоинформационное моделирование выявляет и может использовать пространственные отношения, чего другие виды моделирования сделать не могут. Таким образом, геоинформационное моделирование и его основной вид – цифровое моделирование позволяют решать широкий круг задач, который с помощью иных методов моделирования решить нельзя.

### **Примечания:**

1. Цветков В.Я. Модели в информационных технологиях. М.: Макс Пресс, 2006. 104 с.

2. Keeler R.N., Bondur V.G., Vithanage D. Sea truth measurements for remote sensing of littoral water // *Sea Technology*. 2004. Т. 45. № 4. С. 53-58.

3. Цветков В.Я. Пространственные отношения в геоинформатике // *Науки о Земле*. Выпуск 01. 2012. с.59-61.

4. Савиных В.П. Интеграция учебных дисциплин на основе геоинформатики // *Дистанционное и виртуальное обучение*. 2013. №6. с.5-10.

5. Tsvetkov V. Ya. Spatial Information Models // *European Researcher*, 2013, Vol.(60), № 10-1, p.2386-2392.

6. Матчин В.Т. Формирование геоданных// Славянский форум, 2015. 2(8). с.185-193.
7. Цветков В.Я. Модель геоданных для управления транспортом // Успехи современного естествознания. 2009. №4. с.50-51.
8. Зайцева О.В. Развитие цифрового моделирования // Славянский форум, 2015. 3(9). с.105-112.
9. Tsvetkov V. Ya. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice, 2014, Vol.(1), № 1, p.57-64.
10. Шорыгин С.М. Элементы языка визуального моделирования // Славянский форум. 2014. 2 (6). с.171 -175.
11. Васютинский И.Ю. Особенности синтеза виртуальной и реальной практики в области наук о Земле // Перспективы науки и образования. 2013. №3. С. 47-54.
12. Tsvetkov V.Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design, 2014, Vol. (5), № 3. p.147-152.
13. Маркелов В.М. Геоинформационное ситуационное моделирование // Науки о земле. 2012. №4. с.72-76.
14. Цветков В.Я. Ситуационное моделирование в геоинформатике // Информационные технологии. 2014. №6. с.64-69.
15. Соловьев И.В. Применение модели информационной ситуации в геоинформатике // Науки о Земле. 2012. № 01. с.54-58.
16. Цветков В.Я. Геоинформационное моделирование // Информационные технологии, 1999, №3. с. 23-27.
17. Шайтура С.В. Электронно-геоинформационные ресурсы и технологии // Науки о земле. 2012. № 2. с.65-66.
18. Бондур В.Г., Аржененко Н.И., Линник В.Н., Титова И.Л. Моделирование многоспектральных аэрокосмических изображений динамических полей яркости // Исследование Земли из космоса. 2003. №2. С.3-17.
19. Tsvetkov V. Ya. Information interaction // European Researcher. 2013. Vol.(62), № 11-1. p.2573-2577.
20. С.Е. Shannon, (1948), "A Mathematical Theory of Communication", Bell System Technical Journal, vol. 27, pp. 379–423 & 623–656, July & October, 1948.
21. Бондур В.Г. Информационные поля в космических исследованиях // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. №2 (10). с.107-113.
22. Bondur V.G., Tsvetkov V.Ya. New Scientific Direction of Space Geoinformatics // European Journal of Technology and Design, 2015, 4. Vol. 10, Is. 4, pp. 118-126, DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.118 www.ejournal4.com.

#### References:

1. Tsvetkov V.Ya. Modeli v informatsionnykh tekhnologiyakh. M.: Maks Press, 2006. 104 s.
2. Keeler R.N., Bondur V.G., Vithanage D. Sea truth measurements for remote sensing of littoral water // Sea Technology. 2004. Т. 45. № 4. S. 53-58.
3. Tsvetkov V.Ya. Prostranstvennyye otnosheniya v geoinformatike// Nauki o Zemle. Vypusk 01. 2012. s.59-61.
4. Savinykh V.P. Integratsiya uchebnykh distsiplin na osnove geoinformatiki // Distantionnoe i virtual'noe obuchenie. 2013. №6. s.5-10.
5. Tsvetkov V. Ya. Spatial Information Models // European Researcher, 2013, Vol.(60), № 10-1, p.2386-2392.
6. Matchin V.T. Formirovanie geodannykh// Slavyanskii forum, 2015. 2(8). s.185-193.
7. Tsvetkov V.Ya. Model' geodannykh dlya upravleniya transportom // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2009. №4. s.50-51.
8. Zaitseva O.V. Razvitie tsifrovogo modelirovaniya // Slavyanskii forum, 2015. 3(9). s. 105-112.
9. Tsvetkov V. Ya. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice, 2014, Vol.(1), № 1, r.57-64.
10. Shorygin S.M. Elementy yazyka vizual'nogo modelirovaniya // Slavyanskii forum. 2014. 2 (6). s.171 -175.
11. Vasyutinskii I.Yu. Osobennosti sinteza virtual'noi i real'noi praktiki v oblasti nauk o Zemle

// Perspektivy nauki i obrazovaniya. 2013. №3. S. 47-54.

12. Tsvetkov V.Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design, 2014, Vol. (5), № 3. p.147-152.

13. Markelov V.M. Geoinformatsionnoe situatsionnoe modelirovanie // Nauki o zemle. 2012. №4. s.72-76.

14. Tsvetkov V.Ya. Situatsionnoe modelirovanie v geoinformatike // Informatsionnye tekhnologii. 2014. №6. s.64-69.

15. Solov'ev I.V. Primenenie modeli informatsionnoi situatsii v geoinformatike // Nauki o Zemle. 2012. № 01. s.54-58.

16. Tsvetkov V.Ya. Geoinformatsionnoe modelirovanie // Informatsionnye tekhnologii, 1999, №3. s. 23-27.

17. Shaitura S.V. Elektronno-geoinformatsionnye resursy i tekhnologii // Nauki o zemle. 2012. № 2. s.65-66.

18. Bondur V.G., Arzhenenko N.I., Linnik V.N., Titova I.L. Modelirovanie mnogospektral'nykh aerokosmicheskikh izobrazhenii dinamicheskikh polei yarkosti // Issledovanie Zemli iz kosmosa. 2003. №2. S.3-17.

19. Tsvetkov V. Ya. Information interaction // European Researcher. 2013. Vol.(62), № 11-1. p.2573-2577.

20. C.E. Shannon, (1948), "A Mathematical Theory of Communication", Bell System Technical Journal, vol. 27, pp. 379–423 & 623–656, July & October, 1948.

21. Bondur V.G. Informatsionnye polya v kosmicheskikh issledovaniyakh // Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii. 2015. №2 (10). s.107-113.

22. Bondur V.G., Tsvetkov V.Ya. New Scientific Direction of Space Geoinformatics // European Journal of Technology and Design, 2015, 4. Vol. 10, Is. 4, pp. 118-126, DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.118

УДК 528.06

## Принципы геоинформационного моделирования

Сергей Геннадьевич Дыщленко

Конструкторское бюро «Панорама», Москва, Российская Федерация

Кандидат технических наук

E-mail: dishlenko@yandex.ru

**Аннотация.** Статья раскрывает содержание принципов геоинформационного моделирования. Показано, что геоинформационное моделирование в отличие от других видов моделирования, использует интеграцию данных. Показано различие между пространственным моделированием и геоинформационным моделированием. Показано различие между ГИС-моделированием и геоинформационным моделированием. Описано цифровое моделирование как основной вид геоинформационного моделирования. Описаны пространственные, ситуационные и методические особенности геоинформационного моделирования.

**Ключевые слова:** геоинформатика, моделирование, пространственное моделирование, геоинформационное моделирование, пространственные модели.