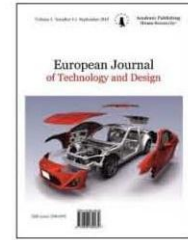


ISSN: 2310-0133

Founder: Academic Publishing House *Researcher*

DOI: 10.13187/issn.2310-0133

Has been issued since 2013.



## European Journal of Technology and Design

### Systems Analysis in Geoinformatics

Victor Y. Tsvetkov

National Research University Higher School of Economics, Russian Federation

Doctor of Technical Sciences, Professor

E-mail: cvj2@mail.ru

**Abstract.** This article brings to light the application of the systemic approach to the analysis of spatial phenomena and objects. The term “system” is used for the generalized description of spatial objects, spatial phenomena, and spatial processes. The article brings to light the notion of the internal and external determinants of a spatial object as a system. The author examines the functions and information units of a system that describes spatial objects. The author illustrates the significance of classification as a tool for describing spatial objects.

**Keywords:** systems analysis; geoinformatics; structural nesting; emergence; determinant; paradigmatic relations; information units.

**Введение.** Геоинформатика относительно молодая наука. Поэтому в ней появляются новые методы, принципы и подходы. Любая научная дисциплина которая создает свои новые положения, понятия и средства, нуждается в периодическом упорядочении и систематизации нововведений. В геоинформатике изучают отдельные объекты, системы объектов окружающий мир и связь объектов с внешней средой [1]. Все это дает основание применить системный анализ для исследования пространственных объектов в геоинформатике. Изучение поведения разных объектов как систем позволяет создать категориально-понятийный аппарат, который используется в геоинформатике.

**Структурная вложенность объектов.** Употребляя термин «система» в дальнейшем будем понимать обобщение пространственного объекта, пространственного явления и пространственно-временного процесса.

С позиции системного подхода пространственный объект – это сложная система, выполняющая определённую функцию в объекте более высокого уровня – надсистеме. С другой стороны пространственный объект – это сложная система, имеющая свои части и элементы по отношению к которому он также является надсистемой. Структурная вложенность пространственных объектов в геоинформатике, выраженная в терминах системного анализа приведена на рис. 1.

Мир есть система систем [2]. Это отражается и в геоинформатике. Пространственный объект, обозначаемый в дальнейшем термином «система» занимает средний уровень. Он находится во внешней среде, которая образует внешний уровень по отношению к объекту исследования, и, которую можно назвать термином «надсистема». Пространственный объект имеет компоненты, которые можно назвать «подсистема».

Триада «надсистема-система-подсистема» образуют основу функционирования системы. Подсистема может включать определенные части или блоки. Они образуют еще более мелкий и уровень. Такое деление продолжается до элемента и элементарного уровня. Однако подчеркнем, что при таком делении необходимо определять критерий делимости системы [3]. В зависимости от критерия делимости могут получаться разные элементы и разные элементарные уровни [4]. Принципиальной является модель структурной вложенности, приведенная на рис.1.

Структурная вложенность – это не структура, а отражение иерархии уровней системы и ее окружения. Структурой системы называют схему связей и отношений между частями и элементами системы. Место элемента системы в структуре характеризует позицию элемента [5] в этой структуре.

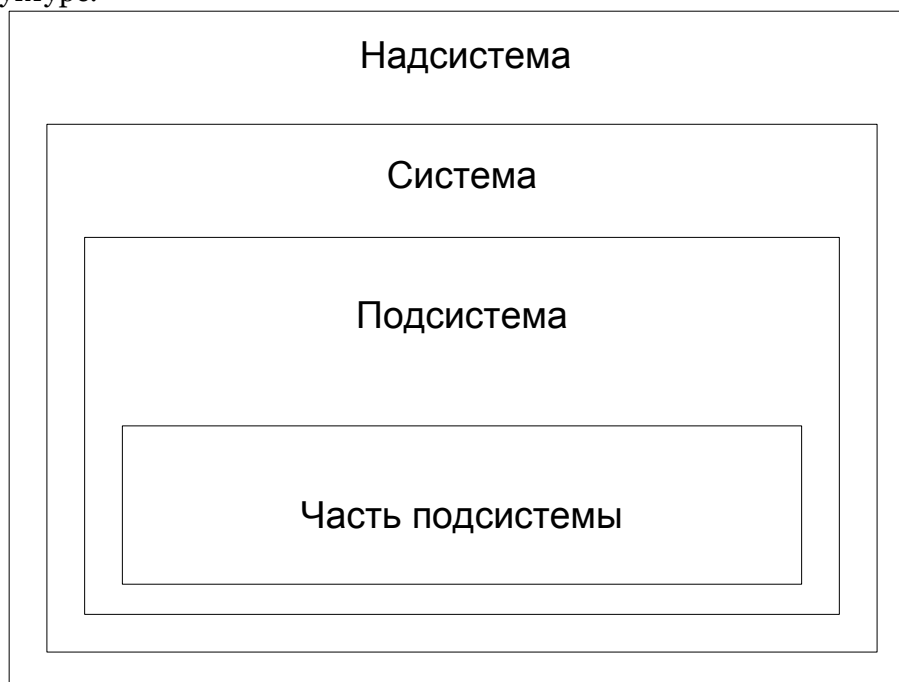


Рис. 1. Структурная вложенность пространственных объектов в терминах систем

Части системы элементы и компоненты – являются субстанцией этой системы. Но части и элементы не являются самостоятельными. Только система обладает свойством эмерджентности – несводимости свойств системы к сумме свойств ее частей и элементов.

**Внутренняя и внешняя детерминанты пространственного объекта как системы.** Основными характеристиками, с помощью которых выявляется своеобразие любой системы, являются ее функциональное назначение и целенаправленность [6]. Пространственный объект, как система, характеризуется внешней надсистемой, в которой сформировалась сущность данной системы (объекта). Функцию системы как целого называют общей функцией, а функции подсистем – частными функциями [7].

Пространственный объект (как система) имеет два вида целей [8]: внутренние и внешние. Внутренние цели связывают части системы с тенденцией к целостности, как свойству системы. В силу этого система детерминирует особенности всех своих составляющих единиц в их системной взаимосвязи. Составные части и элементы такой сложной системы формируют внутренние свойства системы как целого, направленного на внутреннее единство системы. Эти свойства можно определить как внутренняя согласованность и целостность. Условия функционирования системы, направленные на обеспечение внутренней согласованности и целостности называют внутренней детерминантой. Знание внутренней детерминанты системы помогает предсказывать и согласовывать все характеристики и процессы в системе.

Внешние цели системы направлены на адаптацию объекта (системы) к внешней среде и на обеспечение его устойчивости в этой среде (надсистеме). В процессе адаптации пространственного объекта в надсистеме формируются и закрепляются особенности её конкретных свойств. Составные части и элементы такой сложной системы также формируют свойства системы как целого. Эти свойства можно определить как внешняя целостность и устойчивость.

Системный анализ часто не учитывает и не использует такое понятие как ресурс системы. В геоинформатике это понятие присутствует и требует учета. Поскольку ресурс системы ограничен, то может возникнуть противоречие между внутренней и внешней

целостностью при распределении ресурсов. Сформированность системы – это ее свойство эффективно использовать свои ресурсы. Чем выше сформированность объекта, тем выше его устойчивость во внешней среде (надсистеме).

Необходимость приспособления (адаптации) порождается взаимодействием объекта с внешней средой.

Внешней детерминантой системы называют условия функционирования системы, направленные на обеспечение адаптации к внешней среде, внешней устойчивости и сформированности.

**Функции системы и информационные единицы системы.** Любая система имеет функциональное назначение и целенаправленность [6]. Любой пространственный объект как система обладает рядом функций. Наличие функций предполагает наличие функциональных единиц, благодаря которым становится возможной реализация каждой функции. При информационном взаимодействии в геоинформатике следует говорить об информационных единицах.

Объект как система взаимодействует с другими объектами. В информационном поле такое взаимодействие является информационным. Наличие информационного взаимодействия определяет коммуникативную функцию системы как одну из главных. Эта функция приводит к необходимости введения исследования информационных единиц обмена информацией [9].

Вопрос о природе информационных единиц обмена и других информационных единиц [10] тесно переплетается с вопросами семиотики, теории информации по Шеннону, теории информации по Флориди [3], с вопросами семантики и знаковых систем [11].

Наличие информационных ресурсов системы определяет функцию хранения ресурсов системы. Эта функция приводит к необходимости введения и исследования информационных единиц хранения информации.

Потребность в обработке информационных потоков внутри системы определяет функцию обработки информации внутри системы. Эта функция приводит к необходимости введения и исследования информационных единиц обработки информации.

Потребность в получении и передачи знания внутри системы определяет функцию анализа содержательности и смысловых значений. Обработка информации с учетом ее семантического содержания влечет образование нового качества [12]. Это может быть новое качество исходной сущности, а может быть новая сущность. Обработка информации с учетом ее семантического содержания принципиально отличается от подхода основанного только на кодировании и декодировании. Функция анализа содержательности и смысловых значений приводит к необходимости введения и исследования семантических информационных единиц [13].

Потребность в представлении информации системы для внешней среды, в частности для восприятия ее человеком определяет функцию представления информации вне системы. Эта функция приводит к необходимости введения и исследования информационных единиц представления информации [10]

Таким образом, пространственный объект как система характеризуется не только разными функциями, но и разными группами информационных единиц.

**Сущность системы и классификация ее компонент.** В работе Аристотеля [14] даются следующие понятия «формой я называю суть бытия каждой вещи и ее первую сущность», «то, что обозначено как форма или сущность, не возникает, а возникает сочетание, получающее от нее свое наименование, и что во всем возникающем есть материя, так что одно [в нем] есть материя, а другое – форма».

Сущность системы определяется совокупностью устойчиво проявляющихся свойств системы и является объективной характеристикой.

Сущность системы формируется её внутренней детерминантой, которая является следствием внешней детерминанты. В качестве оснований сущности системы могут использоваться детерминантные признаки ее компонент.

Напомним, что к компонентам относят подсистемы, части и элементы. Отметим, что в данном контексте рассматриваем не только гомогенные элементы, что широко принято в классическом системном анализе, но и гетерогенные элементы [15]. Именно гетерогенные

элементы как системообразующие элементы вносят вклад в определение существенных признаков системы.

Представление о сущности системы и о сущностных её признаках, можно получить путём сущностной (содержательной) классификации [16]. При отсутствии данных для её построения применяют характерологическую (формальную) классификацию компонентов системы по существенным признакам. Поэтому необходимо остановиться на важнейших видах существенных характеристик компонентов, которые могут быть основаниями для характерологических классификаций.

Классификация по компонентам имеет существенный недостаток, поскольку исключает свойства эмерджентности системы, пропадающее при рассмотрении только компонент.

Следует отметить, что сущностная (эссенциологическая) классификация решает несколько задач. 1) Она выявляет сущностные признаки системы как целого. 2) Она позволяет определить структуру системы. 3) Она позволяет устанавливать и определять вид связи между элементами системы. 4) Она помогает уточнить иерархию компонентов системы. 5) Она помогает определить ключевые или системообразующие компоненты и элементы.

На практике применяют три вида классификаций: феноменологическая, характерологическая и содержательная [16]. Феноменологическая классификация осуществляется по наиболее выраженным внешним: идентификационным или формальным признакам. При этом идентификационные признаки могут не относиться к существенным признакам объектов. Эта классификация свойственна начальным стадиям систематизации. Такого рода классификации близки к дескрипторным классификациям.

Характерологическая классификация осуществляется по наиболее выраженным внутренним признакам, являющихся скрытыми причинами существенных свойств объектов. Такого рода классификации близки к онтологическим классификациям.

Сущностная или содержательная классификация осуществляется по связанной системе внешних и внутренних сущностных признаков объектов. Такую классификацию также называют эссенциологической.

Делимость системы на компоненты, как и делимость системы на элементы, может быть различной. При стратифицированном подходе можно выделять компоненты уровня иерархий [17].

Компоненты одного уровня иерархии системы образуют её субстанциальный фрагмент. Имманентные свойства такого фрагмента можно изучать, не рассматривая межуровневые отношения. Если эти свойства устойчивы и сложились именно в данной системе, то они являются существенными. Возможна субстанциальная классификация компонентов любого уровня системы, относящаяся к одной из классификаций.

Субстанциальную парадигматическую классификацию компонентов системы можно построить посредством сопоставления компонентов определённого уровня системы, используя меры сходства/различия их имманентных свойств. Такая классификация является родовидовой, в которой каждому компоненту соответствуют свой узел иерархической модели и парадигматическая значимость.

Знание имманентных субстанциальных свойств компонентов позволяет выявить их предрасположенность к определённым видам взаимодействия с другими компонентами другого уровня. На основе этого можно определить способности компонентов данного уровня к вступлению в синтагматические связи с компонентами другого (соседнего) уровня. Эти связи называют валентными свойствами компонентов. Для иерархических систем они определены правилом «один ко многим».

Валентные свойства характеризуют межуровневые связи компонентов. Они тоже могут стать основанием для построения структуры системы. Они могут стать основанием для валентностной парадигматической родовидовой классификации. Основой представлений о валентностных характеристиках компонентов являются знания об их имманентных субстанциальных свойствах.

**Выводы.** Применение системного подхода к изучению пространственных объектов и явлений позволяет создавать обоснованный категорийно-понятийный аппарат. Сложные системы в геоинформатике характеризуются внутренней и внешней детерминантой.

Наличие функций пространственных объектов и информационных взаимодействий обуславливает введение и применение различных функциональных информационных единиц. Описание этих информационных единиц много шире чем описание в рамках теории информации по К.Э. Шеннону. Они требуют привлечения теории информации по Флориди, вопросов семантики, семиотики, когнитологии и пр. Пространственный объект как система характеризуется не только разными функциями, но и разными группами информационных единиц. Сущностная (эссенциологическая) классификация, кроме основной классификационной задачи, решает несколько дополнительных задач. Парадигматические отношения позволяют строить объекты иерархии на каждом уровне стратифицированного описания системы.

### **Примечания:**

1. Майоров А.А. Состояние и развитие геоинформатики // Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о Земле». 2012. Выпуск 03. С. 11-16.
2. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Мордвинов В.А, Найханова Л.В., Овезов Б.Б., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Получение знаний для формирования информационных образовательных ресурсов. М.: ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика», 2008. 440 с.
3. Tsvetkov V.Ya. Semantic Information Units as L. Floridi's Ideas Development // European Researcher, 2012, Vol.(25), № 7, p. 1036-1041.
4. Цветков В.Я. Разработка и исследование моделей и методов семантического управления интенсифицированными потоками мультимедиа в образовательном пространстве. М. ФГБОУ МГТУ МИРЭА, 2013. 178 с., электронное издание, номер государственной регистрации 0321302879 от 28 июня 2013 года.
5. Tsvetkov V.Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher, 2012, Vol.(36), № 12-1, p. 2166-2170.
- 6 Tsvetkov V.Ya. Spatial Information Models // European Researcher, 2013, Vol.(60), № 10-1, p. 2386-2392.
7. Tsvetkov V.Ya. Multipurpose Management// European Journal of Economic Studies 2012, Vol.(2), № 2. p. 140-143.
8. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я., Кудж С.А. Концепция сетецентрического управления сложной организационно-технической системой. М.: МаксПресс, 2010. 136 с.
9. Цветков В.Я. Информационные единицы сообщений // Фундаментальные исследования. 2007, №12. С. 123-124.
10. Tsvetkov V.Ya. Information objects and information Units // European Journal of Natural History. 2009. № 2. p. 99.
11. Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Основы теории информации. М., 2007.
12. Цветков В.Я. Обработка информации с учетом семантического содержания // Вестник Московского государственного областного университета. 2012. №3. С. 152-155.
13. Цветков В.Я. Семантика информационных единиц // Успехи современного естествознания. 2007. № 10. С. 103-104.
14. Метафизика. *Аристотель*. Сочинения. В 4 т. (Серия «Философское наследие») Т. 1. М.: Мысль, 1975—1983. 552 с.
15. Kuja S.A., Solovjev I.V., Tsvetkov V.Y. System Elements Heterogeneity // European Researcher, 2013, Vol.(60), № 10-1, p. 2366-2373.
16. Цветков В.Я. Формальная и содержательная классификация // Современные наукоёмкие технологии. 2008. № 6. С. 85-86.
17. Месарович М., Мако Д., Такахага Н. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973. 344 с.

УДК 001.51: 528: 001.891.3

### **Системный анализ в геоинформатике**

Виктор Яковлевич Цветков

Национальный исследовательский университет высшая школа экономики, Россия  
Доктор технических наук, профессор  
E-mail: cvj2@mail.ru

**Аннотация.** В статье раскрывается применение системного подхода к анализу пространственных явлений и объектов. Понятие система используется для обобщенного описания пространственных объектов, пространственных явлений и пространственных процессов. Раскрывается понятие внутренней и внешней детерминанты пространственного объекта как системы. Раскрываются функции и информационные единицы системы, описывающей пространственные объекты. Показано значение классификации как инструмента описания пространственных объектов.

**Ключевые слова:** системный анализ; геоинформатика; структурная вложенность; эмерджентность; детерминанта; парадигматические отношения; информационные единицы.