

Результат работы оператора скрещивания 2 и 3 концентратора

№ концентратора	Код
1	1 2 3 8
2	5 6 11 12
3	9 10 7 4

В результате изменились значения суммарных трафиков магистралей и значения целевой функции:

$$T_{1-2} = 152; T_{2-3} = 160; T_{1-3} = 160$$

$$F_{1-2} = 2; F_{2-3} = 2; F_{1-3} = 2.$$

На этом шаг работы генетического алгоритма закончится. Очевидно, что даже за две итерации качество популяции значительно возросло. Если в исходной популяции среднее значение целевой функции было 8, 6, а ее максимальное значение составило 14, то в популяции второго поколения среднее и максимальные значения целевой функции составили 2.

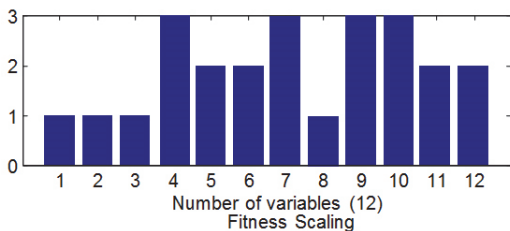


Рисунок 2 – Подключение узлов к соответствующему концентратору

(1–3) (рисунок 2).

Таким образом, можно предположить, что синтезированный алгоритм позволит найти рациональное решение задачи оптимизации структуры СПД большей размерности.

Литература

1. Понтрягин Л.С. Основы комбинаторной топологии. М.: Наука, 1986. 263 с.
2. Хетагуров Я.А. Основы проектирования управляющих вычислительных систем. М.: Радио и связь, 1991. 288 с.
3. Ярушклина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. М.: Финансы и статистика, 2004. 320 с.

Майоров А. А. Типизация сложных систем // Славянский форум. 2014. № 1 (5). С. 131–137.
 Соловьёв И. В. Содержание принципов построения системы // Славянский форум. № 1 (5). 2014. С. 350–354.
 Коваленко А. Н. Системный подход создания интегрированной информационной модели // Славянский форум, 2014. № 6 (2). С.51–55.

The data transmission system

Roman Ivanovich Lesnichenko, candidate of technical Sciences, Associate Professor, Department of Mathematics and Informatics

Sergey Alexeevich Galaev, candidate of technical Sciences, Associate Professor, Department of Mathematics and Informatics

The possibility and substantiates the effectiveness of the use of genetic algorithms for solving the problem of optimizing the structure of the data given topology, and an example of the calculation results with the use of environment Matlab.

Keywords: genetic algorithm, the data transmission system, computer network, the optimal connection Matlab, chromosome, ranking, natural selection

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ГИС

*Виктор Яковлевич Цветков, проф., д-р техн. наук, советник ректората,
лауреат премии Президента РФ в области образования,
лауреат премии Правительства РФ,
Заслуженный деятель науки и образования, Почетный работник науки
и техники, Почетный работник высшего профессионального образования,
Отличник геодезической службы,
академик Российской академии информатизации образования (РАО),
Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ),
Российской академии естествознания (РАЕ),
Международной академии наук Евразии (IEAS),
Советник,
E-mail: cvj2@mail.ru,
Московский государственный технический университет радиотехники,
электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА),
<https://www.mirea.ru>*

Статья анализирует геоинформационную систему как сложную систему. Показано, что системный анализ имеет развитие в геоинформатике. В статье описаны разные аспекты рассмотрения геоинформационной системы. Описаны характерные признаки ГИС: подсистемы, связи, элементы, состояние и взаимодействие.

Ключевые слова: геоинформатика, сложная система, системный анализ, геоинформационная система, свойства системы, признаки системы.

Введение



В.Я. Цветков

В современной науке исследование систем разного рода проводится в рамках системного подхода [1]. Системный подход – направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объектов как сложных систем. Он ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта, выявление существенных элементов, выявление многообразных типов связей между элементами, сведение совокупности элементов и связей в единую модель. Первый этап исследования систем строится на основе системного подхода или системного анализа [2]. Для детального изучения возможностей системы применяют структурный анализ [3], который позволяет: понять механизм функционирования системы; выявить результат внешнего воздействия на входы и на внутреннее состояние системы; изучить структурные описания существующих систем для построения новых систем. Двойственность систем в том, что они могут служить как описанием реальных объектов, так и основой для их создания. Проекты сложных систем при их детализации и конструктивной реализации воплощаются в реально существующие объекты. Система, как отражение реального объекта, учитывает те свойства (атрибуты) объекта-оригинала, которые определяют и представляют интерес с точки зрения целей и задач конкретного исследования. Многие технологические системы можно анализировать методами системного анализа. К числу таких систем относится ГИС [4].

Многоаспектность ГИС. Геоинформационная система (ГИС) является технологической системой. Но ее модель является формальной системой, которая может быть сформирована по-разному. В аспекте организации ГИС является организационно-технической системой [5]. В аспекте познания ГИС является инструментом получения знаний, включая получение пространственных знаний [6].

Многоаспектность «ГИС» приводит к множеству определений в зависимости от аспекта рассмотрения и выбора доминирующих признаков в этом понятии. В зависимости от учитываемых факторов и аспекта рассмотрения трактовку понятия «система» можно представить в разных формах. Рассмотрим понятие ГИС с учетом разных аспектов рассмотрения.

1 Аспект целостности [2] дает основание рассматривать ГИС как нечто целое:

$$GIS=A(1,0).$$

Это определение выражает факт существования и целостность. Двоичное суждение $A(1,0)$ отображает наличие (1) или отсутствие (0) этих качеств.

2 Аспект множественности элементов дает возможность определить ГИС как организованное множество элементов:

$$GIS=(орг, M), \quad \text{где орг – оператор организации; } M – \text{ множество.}$$

3 Аспект множественности свойств и отношений определяет ГИС как множество вещей, свойств и отношений [7]:

$$GIS=(\{t\}, \{n\}, \{r\}), \quad \text{где } t – \text{ вещи; } n – \text{ свойства; } r – \text{ отношения.}$$

4 Аспект структурности [2, 3] дает основание рассматривать ГИС как множество организованных и упорядоченных элементов, образующих структуру и обеспечивающих определенное поведение в условиях окружающей среды:

$$GIS=(\epsilon, ST, BE, E), \quad \text{где } \epsilon – \text{ элементы; } ST – \text{ структура; } BE – \text{ поведение; } E – \text{ среда.}$$

5 Аспект взаимодействия ГИС через ее входы и выходы [2] дает основание трактовать ГИС как совокупность множества входов; множества выходов; множества состояний, характеризующихся оператором переходов и оператором выходов:

$$GIS=(X, Y, Z, H, G), \quad \text{где } X – \text{ входы; } Y – \text{ выходы; } Z – \text{ состояния; } H – \text{ оператор переходов; } G – \text{ оператор выходов.}$$

Это определение учитывает все основные компоненты, рассматриваемые в автоматике.

6 Аспект самоорганизации также позволяет дать трактовку ГИС, хотя ГИС является детерминированной системой. В тоже время существует понятие базовая ГИС и адаптивность ГИС [8]. Базовая ГИС является основой, которую создает производитель. Пользователь может адаптировать и изменять базовую ГИС, создавая свою специальную ГИС для решения новых задач. Процесс модификации ГИС под новые задачи и появление новых свойств ГИС можно рассматривать как элемент саморазвития. Такая формальная модель системы оперирует понятиями модели системы F , связи SC , пересчета R , самообучения FL , самоорганизации FQ , проводимости связей CO и возбуждения моделей JN . Это позволяет строить формализованное описание

$$GIS=(F, SC, R, FL, FO, CO, JN).$$

Такое определение удобно при нейрокибернетических исследованиях.

7 Одно из назначений ГИС – государственное и муниципальное управление. Аспект формального управления дает возможность построить свою модель сложной системы или формальную модель ГИС [2]. Если определение 5 дополнить фактором времени и функциональными связями, то получим определение системы, которым обычно оперируют в теории автоматического управления, которое позволяет дать еще одну формальную модель ИС:

$$GIS=(T, X, Y, Z, \Omega, V, \eta, \varphi),$$

где T – время; X – входы; Y – выходы; Z – состояния; Ω – класс операторов на выходе; V – значения операторов на выходе; η – функциональная связь в уравнении $y(t_2) = \eta(x(t_1), z(t_1), t_2)$; φ – функциональная связь в уравнении $z(t_2) = \varphi(x(t_1), z(t_1), t_2)$.

8 Аспект организационно-технического управления является более сложным, чем

аспект формального управления. Для организационно-технических систем [9] удобно в определении системы учитывать следующее:

$$\text{GIS}=(\text{PL}, \text{RO}, \text{RJ}, \text{EX}, \text{PR}, \text{DT}, \text{SV}, \text{RD}, \text{EF}),$$

где PL – цели и планы; RO – внешние ресурсы;
RJ – внутренние ресурсы; EX – исполнители;
PR – процесс; DT – помехи; SV – контроль;
RD – управление; EF – эффект.

Последовательность определений можно продолжить [2], но главная идея состоит в том, что чем больше аспектов рассмотрения, тем больше параметров описания появляется в определении системы.

Качественной особенностью любой системы, которая отличает систему от подсистемы, является свойство эмерджентности [2, 10]. Используя свойство эмерджентности можно определить ГИС как сложный агрегированный объект [11], свойства которого не сводятся без остатка к свойствам составляющих его дискретных элементов.

Любой компонент ГИС можно рассматривать как самостоятельную систему более низкого порядка. Каждый компонент ГИС описывается своей функцией. Если компонент обладает внутренней структурой, то его называют подсистемой. При полном структурном делении ГИС, как сложная информационная система, рассматривается как совокупность элементов. В работе [12] показано, что элементы могут быть гетерогенны и элементы, как и компоненты, также имеют свою элементарную функцию.

При описании ГИС целесообразно применять наиболее значимые компоненты, влияющие на ее функционирование и сформулировать рабочее описание системы. Поэтому важно рассмотреть основные понятия, характеризующие строение и функционирование ГИС.

Структура является определяющей характеристикой ГИС. Это понятие происходит от латинского слова «structure», означающего строение, расположение, порядок. Структура отражает наиболее существенные взаимоотношения между элементами и их группами (компонентами, подсистемами), которые мало меняются при изменениях в системе и обеспечивают существование системы и ее основных свойств. Структура задается логикой и логическим описанием [13] системы, как совокупность элементов и связей между ними. Структура может быть представлена в виде теоретико-множественных описаний, матриц, графов и других языков моделирования структур.

В зависимости от детальности рассмотрения системы ее можно представить как совокупность взаимосвязанных элементов или как совокупность взаимосвязанных групп элементов, объединенных общими признаками или функциями. Таким образом, структура системы может быть описана с разной степенью детализации или обобщения по способу организации элементов

Согласно теории систем, любая система, независимо от ее природы и назначения существует только в структурированной форме. Структурированность выступает в качестве всеобщего свойства материи – ее атрибута. Именно свойство структурированности, а следовательно, и членимости целостной системы S на части приводит к образованию подсистем S_i $i=1, N$, компонент – K_i $i=1, L$, и элементов e_l $l=1, M$

$$S = (S_1 k_p S_i \dots S_n);$$

$$S = (S_1 k_k S_i \dots S_n);$$

$$S = (S_1 k_e S_i \dots S_n).$$

Здесь k критерии разбиения на k_p – подсистемы, k_k – компоненты, k_e – элементы.

Стереотипно структуру часто представляют в виде иерархии, особенно в тех ситуациях, для которых необходимо решать задачи управления или анализировать отношения принадлежности компонентов и элементов [1]. Иерархическая структура

задается уровнями иерархии. Между уровнями иерархической структуры существуют парадигматические отношения. В настоящее время широко используют другие структуры: сетевые, сетецентрические.

Подсистема является подобием системы. Система может быть разделена на подсистемы, как самые крупные ее части. Затем последовательным расчленением она делится на более мелкие части вплоть до элементов [11]. Возможность деления системы на подсистемы связана с вычленением совокупностей взаимосвязанных элементов, способных выполнять относительно независимые функции, подцели, направленные на достижение общей цели системы. Названием «подсистема» подчеркивается, что такая часть облачает частью свойств системы.

Элемент. Под элементом принято понимать простейшую неделимую часть системы. Таким образом, элемент – это предел деления системы с точек зрения решения конкретной задачи и поставленной цели. Систему можно расчленить на элементы различными способами в зависимости от формулировки цели и ее уточнения в процессе исследования. Однако существенным недостатком классической теории систем является отсутствие исследований в области критериев делимости и неделимости систем. На практике установлено, что в зависимости от выбора критерия делимости системы возможно выделение ее разных элементов и соответственно образование разной структуры. В работе [12] доказана возможная неоднородность элементов. При этом важным понятием является системно образующий элемент.

Свойством элемента системы является его целенаправленность и способность функционировать. Под функционированием принято понимать реализацию присущей элементу e_1 функции, т. е. возможность получать некоторые результаты деятельности системного элемента e_1 , определяемые его целевым назначением. Целенаправленно действующий системный элемент e_1 должен обладать, по крайней мере, тремя основными атрибутами:

- элемент e_1 выполняет одну или несколько функций;
- элемент e_1 обладает определенной логикой поведения;
- элемент e_1 используется в одном или нескольких контекстах.

Функция указывает на то, «что делает элемент e_1 ».

Логика описывает внутренний алгоритм поведения элемента e_1 , т. е. определяет «как элемент e_1 реализует свою функцию».

Контекст определяет конкретные условия применения (приложения) элемента e_1 в тех или иных условиях, в той или иной среде.

Рассмотренные свойства элемента присущи также компонентам системы и подсистемам.

Связь. Понятие «связь» входит в определение системы наряду с понятием «элемент» и обеспечивает возникновение и сохранение структуры и целостных свойств системы. Эта сущность по-разному характеризует строение и функционирование системы. Отсутствие связей приведет к распадению системы на части и элементы.

В системах существуют разные типы связей. Например, связи взаимодействия, связи координации, связи развития, функциональные связи, связи управления. К числу особых связей относится причинно-следственная связь.

Связь характеризуется направлением, силой и характером (или видом). По направлению связи можно разделить на ориентированные и неориентированные. По характеру связи подразделяются на связи подчинения, генетические, равноправные, связи управления. Связи можно разделить также на внешние и внутренние, и по направленности процессов прямые и обратные. Важную роль в системах играет обратная связь. Обратная связь является основой адаптивности и развития систем.

Состояние. Семантика состояния ГИС может быть представлена как «снимок» всей системы данных или «мгновенное описание» системы. Состояние определяют обычно через ключевые параметры. Эти ключевые параметры могут относиться к системе в целом или к ее подсистемам и элементам. Состояние можно определить как множество существенных свойств, которыми ГИС обладает в данный момент времени. ГИС характеризует множество начальных состояний и множество отношений переходов между состояниями. При этом следует отметить, что геоданные, которые служат основой обработки информации в ГИС, также образуют систему, поскольку являются системным информационным ресурсом [14]. Геоданные являются системой, которая вложена в другую систему – ГИС. Геоданные также характеризует множество начальных состояний и множество отношений переходов между состояниями. Число состояний геоданных и переходов между ними на порядки больше, чем число состояний ГИС. Для информационных систем выделяют два класса состояний по информированности и по ситуации.

Взаимодействие. Взаимодействие – динамическая характеристика ГИС. Оно существует между ее подсистемами и элементами (внутреннее взаимодействие). Взаимодействие существует между ГИС и пользователем (внешнее взаимодействие). В современных ГИС взаимодействие реализуется через информационное взаимодействие. В широком смысле информационное взаимодействие (Information interaction) [15] – процесс обмена любыми видами информации, который длительное время существует в человеческом обществе. Он приобретает новые формы и, по мере развития человечества, становится все более интенсифицированным. Следует разграничить информирование, воздействие и взаимодействие. Взаимодействие – это двухсторонний и, может быть, многоканальный процесс. Взаимодействие может переводить состояния обоих объектов по информированности и по ситуации в другие состояния. Это активный процесс.

Формальная модель. Под формальной моделью ГИС понимается ее формализованное описание, отображающее определенную группу ее сущностей, свойств или процессов. Можно выделить следующие виды моделей ГИС: концептуальная, агрегативная, логическая, структурная, процессуальная, функциональная, технологическая, потоковая, логистическая и др.

Создание модели позволяет анализировать определенные стороны ГИС и обосновывать ее функциональное назначение. Логическая модель ГИС позволяет проверить на непротиворечивость функционирование ее компонент и их согласованность. Технологическая модель ГИС позволяет предсказывать ее поведение в заданном диапазоне условий. Темпоральная модель геоданных ГИС позволяет оценивать их актуальность и необходимость обновления.

Устойчивость. Под устойчивостью понимается свойство ГИС возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних возмущающих воздействий. Эта характеристика имеет сравнительные степени.

Жизненный цикл системы. Всякая ГИС не существует бесконечно долго в условиях взаимодействия с окружающей средой. Она имеет период активного функционирования, период роста, период деградации. Эти периоды определяют жизненный цикл ГИС. Основой жизненного цикла ГИС являются ее ресурсы. Именно ресурсы определяют длительность жизненного цикла и эффективность функционирования ГИС. При исчерпывании ресурсов, жизненный цикл ГИС заканчивается.

Геоинформационная система строится на интеграции. Интеграция (в системе или систем) – восстановление и (или) повышение качественного уровня взаимосвязей

между элементами системы, а также процесс создания из нескольких разнородных систем единой системы, с целью исключения (до технически необходимого минимума) функциональной и структурной избыточности и повышения общей эффективности функционирования.

Интеграция способствует развитию и приводит к развитию. Она поднимает систему на более высокий уровень развития в сравнении с совокупностью элементов ее составляющих. Она не только задает системные связи и свойства, но исключает ненужные или паразитические связи.

Заключение. Как информационная система ГИС многоаспектна и может иметь множество приложений. Как прикладная система ГИС является проблемно ориентированной [16] информационной системой. Как абстрактная система она может рассматриваться как сложная система, что дает возможность применять к ней методы системного анализа. ГИС хранит внутри себя другую систему – систему геоданных. Особенность геоданных в том, что для них необходимо использовать интегрированную основу и эта основа формируется на базе системного подхода [17]. Формальные модели ГИС позволяют осуществлять междисциплинарный перенос знаний. Специализированные ГИС позволяют решать задачи предметной области, накапливать опыт.

Литература

1. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 512 с.
2. Цветков В.Я. Системный анализ при обработке информации / LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany 2014. 82 с.
3. Hibbeler R. C., Tan K. H., Nolan B. Structural analysis / Pearson Prentice Hall, 2006.
4. Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Геоинформационные системы: краткий словарь-справочник. М.: МГТУ МИРЭА, 2013. 82 с.
5. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект. М.: МаксПресс, 2010. 228 с.
6. Цветков В.Я. Пространственные знания // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 7. С. 43–47.
7. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978. 272 с.
8. Дышленко С.Г. Адаптивное проектирование ГИС для изысканий с использованием GIS ToolKit // Инженерные изыскания. 2010. № 5. С. 48–51.
9. Соловьёв И.В. Сложная организационно-техническая система как инструмент исследования искусственных антропогенных систем // Дистанционное и виртуальное обучение. 2014. № 1. С. 5–23.
10. Мордвинов В.А. Онтология информационных систем. Аспирантские чтения по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)». Вып. 1. М.: ГНУ «Госинформобр», ГНИИ ИТТ «Информика», МИРЭА, Cisco Systems, 2005. 174 с.
11. Цветков В.Я., Матчин В.Т. Агрегирование информационных моделей // Славянский форум. 2(6). С. 77–81.
12. Kudzh S.A., Solovjev I.V., Tsvetkov V.Ya. System Elements Heterogeneity // European Researcher. 2013. Vol.(60). № 10-1. P. 2366–2373.
13. Tsvetkov V.Ya. Logic units of information systems // European Journal of Natural History. 2009. № 2. P. 99–100.
14. Savinykh V. P., Tsvetkov V. Ya. Geodata As a Systemic Information Resource, Herald of the Russian Academy of Sciences, 2014, Vol. 84, No. 5, pp. 365–368.
15. Tsvetkov V.Ya. Information interaction // European Researcher. 2013. Vol.(62). № 11-1. P. 2573–2577.
16. Цветков В.Я. Разработка проблемно ориентированных систем управления. М.: ГКНТ, ВНИЦентр, 1991. 132 с.
17. Коваленко А.Н. Системный подход создания интегрированной информационной

System GIS**Viktor Yakovlevich Tsvetkov**, Professor, Doctor of Technical Sciences

Adviser Rector Moscow State Institute of Radio Engineering, Electronics and Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation (MSTU MIREA)

Moscow, Russia

Article analyzes the geoinformation system as a complex system. It is shown that the system analysis has developed in geoinformatics. This article describes the different aspects of the review of geographic information system. It describes the characteristics of GIS subsystem, communication elements, the state and the interaction.

Keywords. Geoinformatics, complex system, system analysis, geoinformation system, properties of the system, features of the system.

УДК 528

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ В ГЕОИНФОРМАТИКЕ**Сергей Владимирович Шайтура**, канд. техн. наук, доцент,E-mail: geomiigaik@yandex.ru,

университет «Синергия» (МФПУ),

<http://synergy.edu.ru>

Статья анализирует содержание информационных ресурсов в геоинформатике. Показано значение цифровых ресурсов. Показаны три вида информационных ресурсов, которые формируются в геоинформатике. Это ресурсы информатики, ресурсы сетевых технологий и специальные геоинформационные ресурсы. Раскрыта сущность Web – GIS технологий. Показано значение инфраструктуры пространственных данных как основы хранения информационных ресурсов в геоинформатике.

Ключевые слова: геоинформатика, информационные ресурсы, моделирование, геоданные, геоинформационные системы.

Введение

Последние десятилетия характеризуются широким применением информационных ресурсов. Глобальное использование информационных ресурсов является одной из черт процесса «глобализация» [1], включая глобальную кооперацию [2]. Развитие, распространение и использование информационных технологий, и появление все новых предметных областей и производств ведут, в частности, к тому, что инновационные циклы становятся все более короткими, и экспоненциально растут знания и потребности в работе со знаниями. Существующие тенденции на рынке труда требуют накопления и более эффективного использования информационных ресурсов. Современные информационные ресурсы и технологии связывают с понятием «цифровые» [3]. Как средства хранения информационных ресурсов появились различные типы баз данных, цифровых библиотек, естественного языка [4]; хранилищ многократно используемых цифровых объектов и др. Зависимость ресурсов от систем хранения привела к парадигме [5] «ресурс – это “все, что можно идентифицировать”». Основу хранения информационных ресурсов составляют базы данных [6] и специальные отраслевые фонды [7] и хранилища, типа национальной инфраструктуры пространственных данных [8].

**С.В. Шайтура**