

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЕДИНИЦЫ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

Чехарин Евгений Евгеньевич,

заместитель начальника центра информатизации МИРЭА, старший преподаватель кафедры инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий,

*Московский технологический университет (МИРЭА),
119454, Проспект Вернадского, 78,
Москва, Россия,
e-mail: tchekharin@mirea.ru*

В статье дается описание метода представления сложной системы с помощью информационного подхода. Коротко описаны языки информатики. Даются топологические описания информационных единиц. Дается структурное описание сложной системы. На основе сравнения структур сложных информационных единиц и сложных систем предполагаются аналогии между этими структурами. Делается вывод о возможности декомпозиции сложной системы на информационные единицы этой системы. На основе сравнения информационных единиц языка, информационного описания и информационных единиц системы делается вывод об информационной интерпретируемости сложной системы.

Ключевые слова: информационное поле, сложная система, информационные единицы, топологические модели, информационная структура, информационный язык

Введение

В общей теории систем [1–3] сложная система определяется как абстрактная модель, включающая совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом. Эта совокупность обладает свойством целостности эмерджентности [4]. Существуют разные подходы к формализации и описанию сложных систем, из которых можно выделить структурные [5; 6] и функциональные [7; 8]. Общая теория систем рассматривает абстрактную сложную систему. В настоящее время существует различные сложные системы от информационных [4] до социальных [9]. Структурный подход анализа сложных систем использует понятие элемента. В теории сложных систем элементом называют неделимую сущность. В информационном поле [10] неделимой сущностью и элементом информационного поля является информационная единица [11–14]. Поэтому вполне логично проанализировать связь элементов сложной системы и элементов информационного поля. При этом необходимо принять во внимание наличие естественного и искусственного информационного полей. При таком анализе необходимо принять во внимание наличие или отсутствие информационного языка, который задает область интерпретации.

Материалы и методы

В качестве материалов использованы существующие теоретические и экспериментальные исследования в области сложных систем и общей теории систем. В качестве методов использованы: системный анализ, структурный анализ и информационный подход.

Информационный язык как базис описания систем и моделей

Существуют естественные и искусственные языки [15]. К числу таких языков относится и язык информатики [16]. Он в общем случае представляет набор базовых символов (алфавит) синтаксис и набор слов. Набор базовых символов может быть много и это определяет свойства такой формальной системы. Рассмотрим некоторые употребляемые языковые системы. Для них введена оценка усредненной энтропии. Такое название обусловлено предположением того, что вероятность $p=1/n$ (n – объем алфавита) появления символов в языке одинакова для всех символов. Как усредненная оценка языка эта энтропия допустима.

1 Двоичная система: $(0,1)_2$ – объем алфавита – 2.

- 2 Усредненная энтропия $H_2=1$.
- 3 Восьмеричная система: $(0,1, 2, \dots, 7)_8$ – объем алфавита – 8.
- 4 Усредненная энтропия $H_2=3$.
- 5 Десятичная система: $(0,1, 2, \dots, 9)_{10}$ – объем алфавита – 10.
- 6 Усредненная энтропия $H_2=3,32$.
- 7 Шестнадцатеричная система: $(0,1, 2, \dots, E, F)_{16}$ – объем алфавита – 16.
- 8 Усредненная энтропия $H_2=4$.
- 9 Однорегистровый русский алфавит: $(а, б, в, \dots, ю, я)_{32}$ – один регистр объем алфавита – 32.
- 10 Усредненная энтропия $H_2=5$.
- 11 Двухрегистровый русский алфавит: $(Аа, Бб, Вв, \dots, Юю, Яя)_{64}$ – два регистра объем алфавита – 64.
- 12 Усредненная энтропия $H_{64}=6$.

Хотелось бы обратить внимание, что во многих публикациях объем русского алфавита объявляют равным 32 символам, по количеству символов. На самом деле с учетом регистра (что учитывается при создании пароля в компьютерных технологиях) русский алфавит имеет 64 разных символа и позволяет создавать достаточно большое количество криптостойких кодов, большее, чем латинский алфавит. Все рассмотренные символы являются структурными информационными единицами. Они взятые сами по себе не несут смысловой нагрузки.

Топологические модели информационных единиц

Для информационных единиц можно построить топологические модели на основе их связанности или отсутствия связи. Следует обратить внимание, что старый русский алфавит «глаголица» (не путать с кириллицей) не имел цифр и буквы (их было больше 32) служили для обозначения цифр. Если буква использовалась как цифра, над ней ставили специальный знак «титло», который сигнализировал о том, что данный символ является цифрой, а не буквой. То есть задолго до возникновения 16-ричного кода и компьютеров в русском языке существовало буквенно-цифровое обозначение и более чем 30-разрядный цифровой код. Это дает основание в современном русском языке цифрами обозначать буквы по порядку их расположения в алфавите. Это можно использовать при анализе топологических моделей языка информатики.

На рисунке 1 представлены топологические модели информационных единиц для разных языковых систем и разрозненные символы.



Рисунок 1 – Топологические модели информационных единиц

Линия означает связь между единицами. Как следует из рисунка 1 одно и то же обозначение информационной единицы 10 интерпретируется по-разному, в зависимости от типа алфавита, то есть от набора базовых символов, образующих язык. Символы можно обозначать цифрами в порядке их следования в алфавите. В силу этого информационная единица (1 19 20 18 1) в русском алфавите интерпретируется как буквенное слово «астра».

Рассмотренные связанные информационные единицы на рисунке 1 представляют собой слова. На рисунке 2 дана топологическая модель информационной единицы «слово».

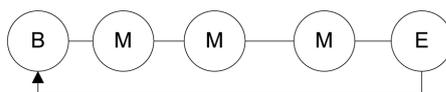


Рисунок 2 – Слово как информационная единица

Информационная единица «слово» в любом алфавите характеризуется признаком начала слова (В), признаком окончания слова (Е) и промежуточными символами (М), которые формируют семантическое значение. Линия показывает наличие связи между символами. Более сложной информационной единицей, включающей слова как составляющие, является предложение. На рисунке 3 дана топологическая структура информационной единицы «предложение» как совокупности информационных единиц «слово» (W).

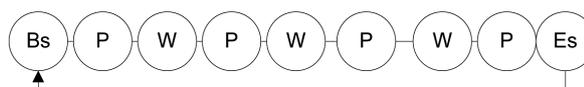


Рисунок 3 – Предложение как информационная единица

Информационная единица «предложение» характеризуется признаком начала предложения (Bs), признаком окончания предложения (Es) и промежуточными символами (P) между словами и связанными словами (W). Линия показывает наличие связи между словами. Предложение может служить основой для формирования более сложной информационной единицы фраза. На рисунке 4 показана топологическая модель информационной единицы «фраза». В предложении связь между словами осуществляется за счет падежных окончаний или предлогов.

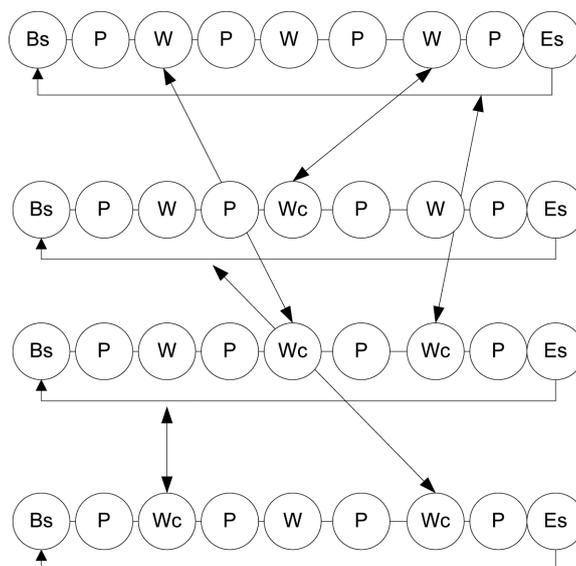


Рисунок 4 – Топологическая модель фразы

На рисунке 4 приведен пример фразы, состоящей из четырех предложений. Информационная единица «фраза» характеризуется совокупностью предложений, из которых выделяют начальное предложение и последнее предложение фразы. В нем существует скрытая иерархия между предложениями. Нижестоящие по иерархии предложения включают слова заменители (Wc). Примерами слов заменителей могут служить местоимения или специальные термины, для которых существует дефиниция. Слово заменитель может обозначать другое слово или смысл предложения. Если во фразе не будет слов заменителей и связей между предложениями, то она будет представлять совокупность самостоятельных предложений.

Важным выводом из рассмотренного является то, что информационные единицы могут быть разными по качеству и сложности. Более простые информационные единицы могут входить в более сложные [17]. Важным выводом является то, что между элементами информационной единицы должны существовать связи.

Информационные единицы в описании сложных систем

На рисунке 5 приведена обобщенная структура сложной системы.

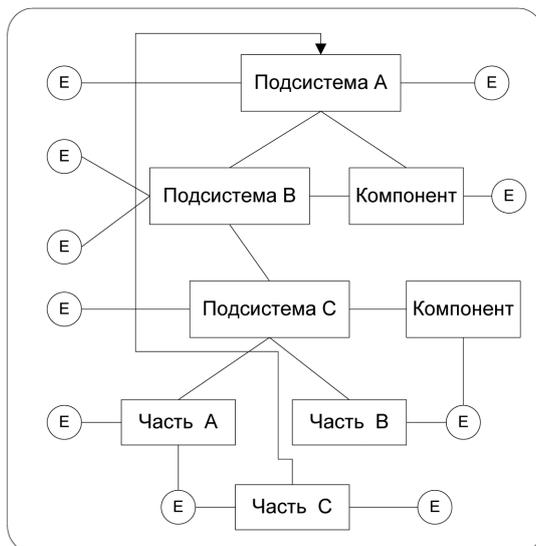


Рисунок 5 – Обобщенная структура сложной системы

Сложная система может быть описана как следующая совокупность составляющих: подсистемы, компоненты, части, элементы. Элементом сложной системы является неделимая по заданному признаку часть системы. Часть системы – совокупность связанных элементов, функционируемых как единое целое. Компонент – часть системы, обладающая общей функцией. Подсистема – часть системы, имеющая вход и выход, включающая компоненты, обладающая набором собственных функций, согласованных с функциями всей системы. Если в системе не будет связей между подсистемами, то она будет представлять совокупность самостоятельных систем.

Сопоставление структуры на рисунке 5 со структурой на рисунке 4 выявляет сходство по структуре, но различие по функциям. Информационные единицы до настоящего времени рассматривают в информационном аспекте. Информационный аспект означает рассмотрение описательной стороны модели или системы. Системы рассматривают, прежде всего, в структурном и функциональном аспекте. Структурный аспект анализирует структуру и связи между частями структуры. Функциональный аспект рассматривает функции и применение системы.

В структурном аспекте совокупность составляющих, образующая сложную систему, может быть рассмотрена как совокупность информационных единиц. Кроме того, термин информационные единицы позволяет обобщить и объединить совокупность составляющих сложной системы. Термин «информационные единицы» позволяет анализировать семантику функции, связи и отношения. Он позволяет подключать понятие информационные отношения к анализу сложной системы.

Интерпретация сложных систем с использованием информационных единиц.

Интерпретация в информационном поле [10] может быть рассмотрена как процесс информирования [18; 19]. Как правило, научные теории создаются для интерпретации области исследования.

Интерпретация информационных систем осуществляется в интерпретационной области [19]. Интерпретационная область – это область, в которой находятся информационные единицы, их алфавит, синтаксис словообразования и существует возможность интерпретации. Возможны три информационные ситуации интерпретации сложной системы с помощью информационных единиц. Они приведены на рисунке 6.

Если существует информационный язык и информационные единицы этого языка (ИЕЯ), то они задают поле интерпретации. Сложную систему можно подвергнуть декомпозиции и представить с помощью информационных единиц системы (ИЕС). Возможны три вида отношений между ИЕС и ИЕЯ. Они приведены на рисунке 6. Формальное описание этих ситуаций дано в выражениях (1–3):

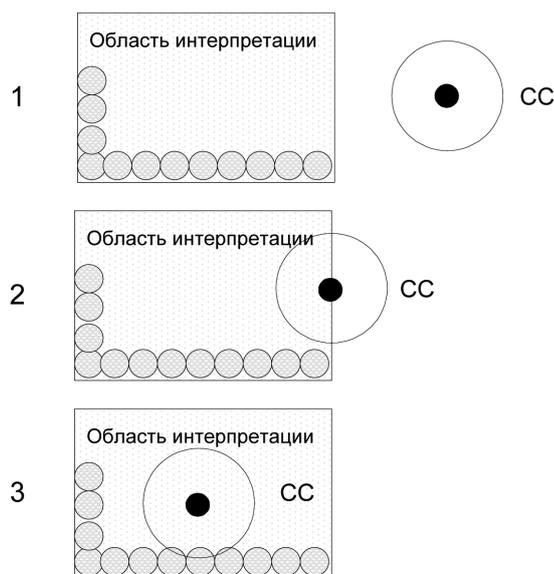


Рисунок 6 – Три информационные ситуации интерпретируемости сложной системы

$$1) \text{ ИЕЯ} \cap \text{ ИЕС} = \emptyset; \quad (1)$$

$$2) \text{ ИЕС} \cap \text{ ИЕЯ} \neq \emptyset; \quad (2)$$

$$3) \text{ ИЕС} \subset \text{ ИЕЯ}. \quad (3)$$

Ситуация под номером 1 соответствует полной не интерпретируемости сложной системы (СС). Ситуация под номером 2 соответствует частичной интерпретируемости сложной системы (СС). Ситуация под номером 3 соответствует полной интерпретируемости сложной системы (СС) с помощью заданного информационного языка.

Заключение

Сущность данной статьи в применении информационного подхода [20; 21] для описания модели сложной системы. Метод описания сложной системы с помощью информационных единиц позволяет проводить анализ сложной системы в информационной области. Описание сложной системы с помощью информационных единиц позволяет проводить сопоставительный анализ разных сложных систем в информационной области. Представление сложной системы с помощью информационных единиц позволяет оценивать интерпретируемость сложной системы с помощью информационного языка. При этом один язык может обеспечивать полную интерпретацию, а другой частичную. Поэтому выбор информационных единиц для описания сложной системы может обеспечивать ее интерпретируемость в рамках информационного языка или нет.

Список литературы

1. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
2. Урманцев Ю.А. Начала общей теории систем / в кн. Системный анализ и научное знание. – М.: Наука, 1978, С. 7–41.
3. Кудж С.А. Системный подход // Славянский форум. – 2014. – 1(5). – С. 252–257.
4. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. – М.: Просвещение, 2005. – 264 с.
5. Месарович М., Такахара Н. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 311 с.
6. Бутко Е.Я. Системный подход в формировании структуры // Славянский форум. – 2017. – 2(16). – С. 25–31.
7. Номоконова О.Ю., Цветков В.Я. Системный подход в научных исследованиях // Славянский форум, 2015. – 2(8). – С. 224–232.
8. Цветков В.Я. Решение проблем с использованием системного анализа // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 50–55.

9. *Parsons T.* Социальные системы // Личность. Культура. Общество. – 2003. – Т. 5. – № 1-2. – С. 169–203.
10. *Цветков В.Я.* Естественное и искусственное информационное поле // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 5. – Ч. 2. – С. 178–180.
11. *Ozhereleva T.A.* Systematics for information units // European Researcher. – 2014. – Vol.(86). – № 11/1. – Pp. 1894–1900. DOI: 10.13187/er.2014.86. 1900.
12. *Markelov V.M.* The Application of Information Units in Logistics // European Journal of Technology and Design. – 2014. – Vol.(6). – № 4. – P. 176–183.
13. *I.N. Rozenberg.* Information Construction and Information Units in the Management of Transport Systems // European Journal of Technology and Design. – 2016. – Vol.(12). – Is. 2. – Pp. 54–62. DOI: 10.13187/ejtd.2016.12.54. URL: www.ejournal4.com.
14. *Tsvetkov V.Ya.* Information objects and information Units // European Journal of Natural History. 2009. – №2. – P. 99.
15. *Тарский А.* Понятие истины в языках дедуктивных наук. Философия и логика Львовско-Варшавской школы. – М.: РОССПЭН, 1999. – С. 19–155.
16. *Цветков В.Я.* Язык информатики // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 7. – С. 129–133.
17. *Tsvetkov V.Ya.* Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice. – 2014. – Vol.(1). – № 1. – P. 57–64.
18. *Чехарин Е.Е.* Интерпретация информационных конструкций // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 37–40.
19. *Чехарин Е.Е.* Методы и алгоритмы информационной интерпретации // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – №5 (17). – С. 39–49.
20. *Неймарк Ю.И., Стронгин Р.Г.* Информационный подход к задаче поиска экстремума функций. // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. – 1966. – № 1. – С. 17–26.
21. *Коваленко Н.И.* Информационный подход при построении картины мира // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 7–11.

References

1. *Уъемов А.И.* Sistemnyy podkhod i obshchaya teoriya sistem. – М. Mysl', 1978. – 272 s.
2. *Urmantsev YU.A.* Nachala obshchey teorii sistem / v kn. Sistemnyy analiz i nauchnoye znaniye. – М.: Nauka. 1978, s. 7–41.
3. *Kudzh S. A.* Sistemnyy podkhod // Slavyanskiy forum. – 2014. – 1(5). – s. 252–257.
4. *Monakhov S.V., Savinykh V.P., Tsvetkov V.YA.* Metodologiya analiza i proyektirovaniya slozhnykh informatsionnykh sistem. – М.: Prosveshcheniye, 2005. – 264 s.
5. *Mesarovic M., Takahara N.* General theory of systems: mathematical foundations. – Moscow: Mir, 1978. –311 p.
6. *Butko E.Ya.* A systematic approach to the formation of the structure // Slavic Forum. – 2017. – 2 (16). – p. 25–31.
7. *Nomokonova O.Yu., Tsvetkov V.Ya.* The system approach in scientific research // Slavic Forum, 2015. – 2 (8). – p. 224–232.
8. *Tsvetkov V.Ya.* Solution of problems with the use of system analysis // Prospects of science and education. – 2015. – №1. – p. 50–55.
9. *Parsons T.* Social Systems // Personality. Culture. Society. – 2003. – Т. 5. – No. 1–2. – P. 169–203.
10. *Tsvetkov V. Ya.* Natural and artificial information field // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2014. – № 5. p.2. – p. 178–180.
11. *Ozhereleva T.A.* Systematics for information units // European Researcher, 2014, Vol.(86), № 11/1, pp. 1894-1900. DOI: 10.13187/er.2014.86. 1900.
12. *Markelov V.M.* The Application of Information Units in Logistics// European Journal of Technology and Design, – 2014, Vol.(6), № 4. – p. 176–183.
13. *I.N. Rozenberg.* Information Construction and Information Units in the Management of Transport Systems // European Journal of Technology and Design, 2016, – Vol.(12), Is. 2, pp. 54–62, DOI: 10.13187/ejtd.2016.12.54 www.ejournal4.com.

14. *Tsvetkov V. Ya.* Information objects and information Units // European Journal of Natural History. 2009. – № 2. – p. 99.
15. *Tarski A.* The concept of truth in the languages of the deductive sciences. Philosophy and logic of the Lviv-Warsaw school. Moscow: ROSSPEN, 1999. – p. 19–155.
16. *Tsvetkov V. Ya.* Language of Informatics // Successes of modern natural science. – 2014. – No.7. – p. 129–133.
17. *Tsvetkov V. Ya.* Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice. – 2014, Vol.(1), № 1, p. 57–64.
18. *Chekharin Ye.Ye.* Interpretatsiya informatsionnykh konstruksiy // Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 6. – s. 37–40.
19. *Chekharin Ye.Ye.* Metody i algoritmy informatsionnoy interpretatsii // Obrazovatel'nyye resursy i tekhnologii. – 2016. – №5 (17). – s. 39–49.
20. *Neymark YU. I., Strongin R.G.* Informatsionnyy podkhod k zadache poiska ekstremuma funktsiy. //Izv. ANSSSR. Tekhn. kibernetika. – 1966. – № 1. – S. 17–26.
21. *Kovalenko N.I.* Informatsionnyy podkhod pri postroyenii kartiny mira // Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 6. – s. 7–11.

INFORMATION UNITS IN COMPLEX SYSTEMS

Cheharin Evgenii Evgen'evich,

*Deputy Head of the Center of Information Technologies MIREA, Senior lecturer of the Department Institute of Information Technology,
Moscow Technological University (MIREA),
119454, Vernadsky Prospekt, 78,
Moscow, Russia
e-mail: tchekharin@mirea.ru*

The article describes the method of representing a complex system using an information approach. The article describes the languages of computer science. Paper describes topological models of information units. Paper describes the structure of a complex system. The article compares the structures of complex information units and complex systems. On the basis of comparison, the article suggests an analogy between these structures. The article formulates a conclusion about the possibility of decomposition of a complex system into informational units of this system. The article explores three situations of interpretation of complex systems using information units.

Keywords: Information field, complex system, information units, topological models, information structure, information language