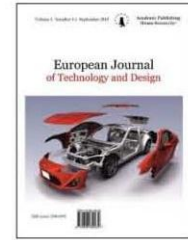


ISSN: 2310-0133

Founder: Academic Publishing House *Researcher*

DOI: 10.13187/issn.2310-0133

Has been issued since 2013.



European Journal of Technology and Design

The Information System Complexity

¹Victor Ya. Tsvetkov

²Natalya Azarenkova

¹ Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation MGTU MIREA, Russian Federation

E-mail: Cvj2@mail.ru

² Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation MGTU MIREA, Russian Federation

PhD student

E-mail: Azarka1@yandex.ru

Abstract. The article describes the different types of information systems' complexity. As a framework for the assessment a complex system is used. The article shows that the qualitative complexity is determined by the amount of system properties. It is shown that the formal complexity is given by the IP`s complexity description. The article describes the structural complexity. It gives the examples of simple structurally and complex structurally description. Also the authors describe the comparative complexity of ICs. The presentation of volume and time complexity definitions is given.

Keywords: information system, a complex system complexity, complicated information system, system analysis.

1. Введение.

Современная информационная система – открытая интегрированная автоматизированная система реального времени по автоматизации бизнес-процессов компании всех уровней, в том числе, и бизнес-процессов принятия управленческих решений. В состав ИС входят средства для документационного обеспечения управления, информационной поддержки предметных областей, программное обеспечение, средства организации коллективной работы сотрудников, регламенты взаимодействий, и другие технологические средства. Часто возникает проблема оценки сложности ИС. В реальном мире понятие «сложность» требует рассмотрения оппозиционной [1] величины «простота» [2]. Для решения проблемы целесообразно использовать понятие сложной системы.

2. Сложная система как основа оценки сложности.

Сложная система [3] - составной объект, части которого можно рассматривать как отдельные системы, объединенные в единое целое в соответствии с определенными принципами или связанные между собой заданными отношениями. Части сложной системы можно расчленить на более мелкие подсистемы и т. д., вплоть до выделения элементов [4]. Свойства сложной системы в целом определяются как свойствами составляющих ее элементов, так и характером взаимодействия между ними.

Термин «система» может стоять в начале понятия или в конце понятия. Если термин система стоит в начале понятия, то, как правило, этим описанием отражается объект описания как совокупность и системность этой совокупности. Такое описание можно назвать атрибутивным. Например, система понятий [5].

Если слово «система» стоит в конце понятия, то, как правило, этим подчеркивается наличие системы (а не совокупности) как таковой и специфика системы. Такое описание можно назвать субстанциональным. Например, информационная система.

3. Системные свойства и качественная сложность ИС.

В зависимости от аспекта рассмотрения можно дать различные описания и трактовки понятию система. Аспект рассмотрения определяет количество учитываемых факторов и дает различные варианты описания понятия система. Чем больше аспектов рассмотрения, тем больше параметров, описывающих систему.

Аспект рассмотрения целостности системы (S) как обязательного ее свойства [6] приводит к ее определению «Система есть нечто целое». Использование определения через наличие (отсутствие) одного свойства приводит к дихотомическому описанию, в котором наличие свойства целостности (*integrity*) обозначают цифрой 1, отсутствие свойства цифрой 0. Наличие целостности характеризуется $integrity=1$. Отсутствие целостности $integrity=0$.

Такое дихотомическое или оппозиционное рассмотрение информационной системы через свойство целостности приводит к описанию сложной системы (S) в следующем виде

$$S=A(integrity=1) (1)$$

Для ИС можно ввести оппозиционное понятие «не система» (NS) [5]. Для «не системы» (NS) дихотомический подход приводит к описанию вида. $NS=A(integrity=0) (2)$

Выражение (1) является обязательным, но недостаточным условием наличия системы. Оно освещает только одно свойство системы, а таких свойств может быть несколько.

Дихотомический подход позволяет создать универсальную формулу условия существования системы через другие свойства системы. Например, наличие связей (*connection*) в КИС между элементами и подсистемами является обязательным условием существования системы.

$$S=A(connection=1) (3)$$

Для «не системы» дихотомический подход приводит к описанию вида. $NS=A(connection=0) (4)$

Наличие структуры (*structure*) в ИС является обязательным условием существования системы

$$S=A(structure=1) (5)$$

Для «не системы» дихотомический подход приводит к описанию вида. $NS=A(structure=0) (6)$

Типологический ряд пар (1 - 6) дает возможность определить системные свойства. Системные свойства ИС – это такие свойства, описание которых характеризуется выражениями типа (1), (3), (5), а противоположные свойства исключаются для данной системы.

Кроме системных свойств в системе могут существовать и несистемные свойства. Например, наличие стратификации (*stratification*) является необязательным свойством системы. Это означает возможность существование в системе взаимно исключающих, не системных свойств

$$S=A(stratification(1,0)) (7)$$

Значения (1,0) определяют область истинности аргументов для выражения (7). Наличие стратификации ($stratification=1$) определяет систему как стратифицированную. Отсутствие стратификации ($stratification=0$) определяет систему как не стратифицированную.

4. Формальная сложность.

Любая система находится всегда между крайними точками оппозиционной шкалы [1, 7]: абсолютная целостность — абсолютная нецелостность. Функционирование системы можно охарактеризовать степенью проявления в ней одного или другого оппозиционного свойства и тенденцией к его нарастанию или уменьшению.

Для оценки этих явлений А. Холл ввел такие закономерности, как «прогрессирующая факторизация» (стремление системы к состоянию со все более независимыми элементами) и «прогрессирующая систематизация» (стремление системы к уменьшению самостоятельности элементов, т. е. к большей целостности). Существуют методы введения

сравнительных количественных оценок степени целостности, коэффициента использования элементов в целом с точки зрения определенной цели. Качественная сложность системы определяется количеством системных свойств или системных качеств. Она задается цепочкой уравнений (1), (3), (5) и далее.

Для ИС можно применить и «прогрессирующую систематизацию» и «прогрессирующую факторизацию» в зависимости от целей ее подсистем и системы в целом. Если перейти от количества системных признаков к формальному описанию системы, то получим формальную сложность. В частности, если рассматривать ИС как систему управления, то ее можно описать как

$$S = F(T, X, Y, A, \Omega, V, \alpha, \varphi), \quad (8)$$

$$Y(t_2) = \alpha(X(t_1), A(t_1), t_2), \quad (9)$$

$$A(t_2) = \varphi(X(t_1), A(t_1), t_2). \quad (10)$$

где T - время, X - входы, Y - выходы, A - состояния, Ω - класс операторов на выходе, V - значения операторов на выходе, α - функциональная связь по выходу φ - функциональная связь по состояниям.

Совокупность выражений (8-10) задает формальную сложность информационной системы как системы управления. Выражения (9-10), как правило, являются динамической характеристикой и часто для этой цели используют дифференциальные уравнения.

Если рассматривать ИС как основу организационной системы [8, 9], то используют другую запись.

$$S = F(PL, RO, RJ, EX, PR, DT, SV, RD, EF) \quad (11),$$

где PL - цели и планы, RO - внешние ресурсы, RJ - внутренние ресурсы, EX - исполнители, PR - процесс, DT - помехи, SV - контроль, RD - управление, EF - эффект. Формальная сложность задается сложностью описания ИС, которое представляет собой аналитическую форму.

5. Объемная и временная сложность ИС.

Объемная сложность ИС определяется объемом информационной коллекции, необходимой для описания, анализа и функционирования системы. Объемная сложность затрудняет обработку информации и анализ ИС

Временная сложность ИС определяется противоречием между требуемым временем действия для управления объектом или принятия решений и временной возможностью ИС по решению этих задач

6. Структурная сложность ИС.

Структурная сложность ИС определяется числом связей и часто отражает структурным графом [10]. Она часто задается «деревом разбора». На рисунке 1. Приведены структурно простой и структурно сложный объекты. Простая структура имеет вид [11]

$$S = F(P_1, P_2, P_3, \dots, P_E) \quad (12)$$

То есть она представляет собой функцию от многих аргументов. Для построения сложных структурных схем может быть применен дихотомический анализ [11]. Для оценки сложности по таким схемам применима «Колмогоровская сложность» [12].

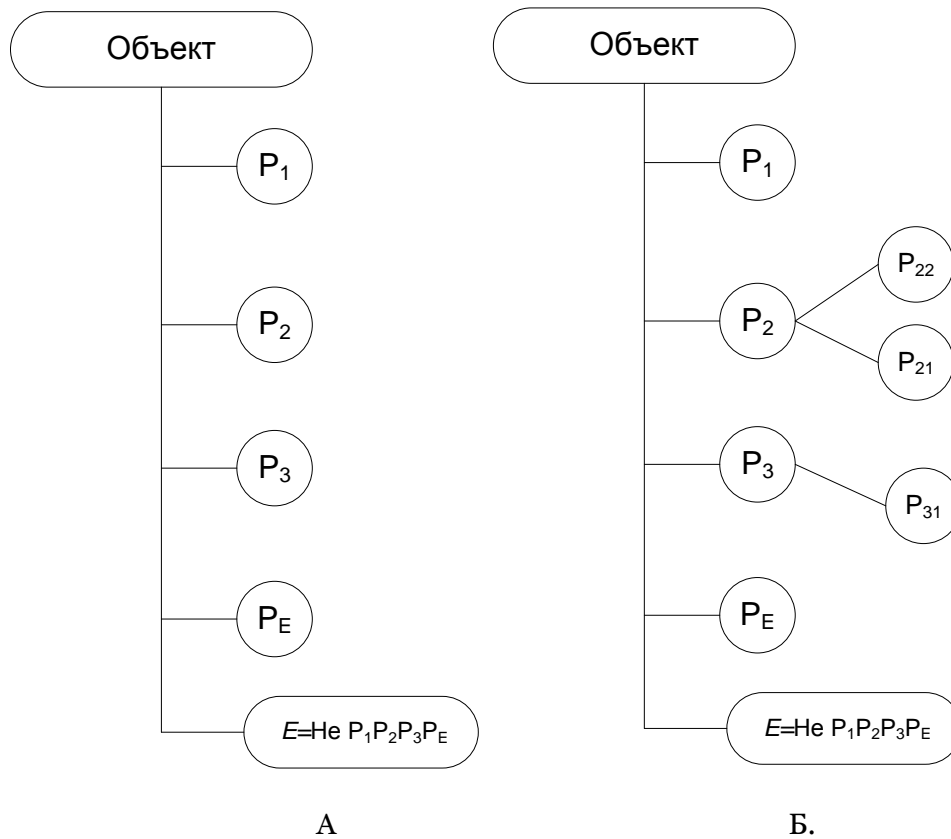


Рис. 1. Пример структурно простого объекта (А) и структурно сложного объекта (Б)

Формальное описание сложной структуры имеет вид (для примера на рис. 1 Б)

$$S=F(P_1, P_2[P_{21}, P_{22}], P_3[P_{31}], \dots P_E) \quad (13)$$

То есть она представляет собой функцию, у которой в качестве аргументов могут быть аргументы, функции и сложные функции.

7. Сравнительная сложность.

Кроме рассмотренных видов сложности существует понятие сравнительная сложность. Оценка такой сложности получается, когда группа экспертов сравнивает разные ИС между собой и ранжирует их по степени сложности. Одним из подходов решения этой задачи является теория предпочтений [13, 14]. Особенностью этой оценки сложности является то, что она задается только на определенной группе сравниваемых систем и вне этой группы силы не имеет.

8. Выводы.

Существуют различные виды сложности информационных систем. Поэтому сложность ИС нельзя определить одной характеристикой или одним числовым значением. Качественная сложность системы определяется количеством системных свойств. Формальная сложность системы определяется видом уравнений, описывающих ИС. Структурная сложность задается структурным графом и определяется методикой построения системы. Сравнительная сложность определяется экспертным оцениванием.

9. Примечания:

1. Tsvetkov V.Y. Opposition Variables as a Tool of Qualitative Analysis // World Applied Sciences Journal. 2014. № 30 (11). p. 1703-1706.
2. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М.: Мир, 1990. 343 с.
3. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978. 272 с.

4. S. A. Kuja, I. V. Solovjev, V. Y. Tsvetkov System Elements Heterogeneity // European Researcher, 2013, Vol.(60), № 10-1, p. 2366-2373.
5. Цветков В.Я. Системный анализ при обработке информации. - LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany. 2014. 82 с. ISBN 978-3-659-20250-6.
6. Акофф Р. Искусство решения проблем / Пер. с англ. М.: Мио. 1982. 219 с.
7. Цветков В.Я. Использование оппозиционных переменных для анализа качества образовательных услуг // Современные наукоёмкие технологии. 2008. № 1. С. 62-64.
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. Соловьёв И.В. Сложная организационно-техническая система как инструмент исследования искусственных антропогенных систем // Дистанционное и виртуальное обучение. 2014. №1. С. 5-23.
10. Болбаков Р.Г., Маркелов В.М., Цветков В.Я. Топологическое моделирование на геоданных // Перспективы науки и образования. 2014. №2. С. 44-50.
11. Цветков В.Я. Дихотомический анализ сложности системы // Перспективы науки и образования. 2014. №2. С. 14-19.
12. Колмогоров А. Н. Три подхода к определению количества информации // Проблемы передачи информации. 1965. Том 1, Вып. 1, С. 3-11.
13. Цветков В.Я. Основы теории предпочтений. М.: Макс Пресс 2004.
14. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970.

Сложность информационной системы

¹ Виктор Яковлевич Цветков

² Наталья Викторовна Азаренкова

¹ Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики МГТУ МИРЭА, Российская Федерация
Доктор технических наук, профессор
E-mail: Cvj2@mail.ru

² Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики МГТУ МИРЭА, Российская Федерация
Аспирант

Аннотация. Статья описывает различные виды сложности информационных систем. В качестве основы оценки используется сложная система. Показано, что качественная сложность определяется количеством системных свойств. Показано, что формальная сложность задается сложностью описания ИС. Описана структурная сложность и приведены примеры структурно простого и структурно сложного описания. Описана сравнительная сложность ИС. Раскрывается понятие объемной и временной сложности.

Ключевые слова: информационная система, сложная система, сложность, сложная информационная система, системный анализ.