

ПРИЗНАКИ И ПАРАМЕТРЫ КРУПНОМАСШТАБНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО ТИПА

Ерженин Р.В.

ООО «Криста-Иркутск», Иркутск, Россия

rerzhenin@gmail.com

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена отсутствием в научно-практическом дискурсе единой позиции относительно характеристик крупномасштабной информационной системы. На основе анализа концептов классификации сложных систем сформированы основные характеристики крупномасштабности ИС, связанные с принципами ее территориального деления, масштабностью интеграции и временным масштабом времени жизни системы.

Ключевые слова: класс систем, моделирование, проектирование, стратификация, ГИС.

Введение

Использование программных систем в различных сферах экономики и управления обусловлен постоянством тренда на их усложнение. Непрерывное расширение функциональности систем порождает сложность проектирования, сложность управления данными, сложность подготовки специалистов и т.п. Усложнение всего комплекса деятельности в конечном итоге приводит к усложнению принятия решений, к нарастанию неопределенности и повышению рисков неудач.

Традиционным способом снижения сложности разрабатываемых систем и повышения их качества является моделирование. К настоящему времени разработано значительное количество методологий, стандартов, методических рекомендаций и другой научно-образовательной литературы с содержанием описаний различных подходов и методов моделирования сложных систем. В тоже самое время, понятие «сложность» в отношении ИС пока не нашло еще той «спасительной формулы», по которой более-менее внятно можно очертить границу между «простой» и «сложной» системой. Еще менее подробно описаны различия между «сложной» и «крупномасштабной» системой.

В своей исследовательской работе Д.В. Реут [1] указывает, что на настоящем этапе развития науки само определение крупномасштабной системы включает ряд неоднозначных терминов. Причины данного положения вещей, по мнению исследователя, заключаются в том, что имя определяемого предмета содержит неоднозначный термин «масштаб», который при рассмотрении в проекции сложных систем воспринимается, как «соотношение пространственных протяженностей или/и количества различаемых при выстраивании управленческих практик структурных элементов системы» [1].

Указанная позиция автора в отношении неоднозначности термина «масштаб» выглядит вполне обоснованно, однако в поиске различий между сложностью и крупномасштабностью системы необходимо учитывать также различие между понятиями «масштаб» и «масштабность». По мнению Mark D. Hill понятие «масштаб» сообщает наблюдателю истинные размеры объекта, в то время как понятие «масштабность» оценивает смысловую сторону объекта, его ранг, роль среди других элементов и явлений действительности [2].

Из это следует, что, переводя ИС в ранг крупномасштабности, мы тем самым выделяем ее из категории сложных систем, однако делаем это пока интуитивно, по каким-то своим – малопонятным признакам, определить которые мы попытаемся в данном исследовании.

1. Классификация систем

1.1. Класс сложных систем

Существует ряд подходов к разделению систем по сложности. Так, английский кибернетик С. Бир [3] классифицирует все кибернетические системы на простые и сложные в зависимости от способа описания: детерминированного или теоретико-вероятностного. Б.С. Флейшман за основу классификации принимает сложность поведения системы [4]. К заслуге К. Боулдинга [5] относят формирование некоторой условной порядковой шкалы сложности систем, на которую они проецируются по признаку их отношения к потокам входной информации.

Количественный показатель, как измеритель различных объектов системы и их связей, наиболее часто используется для градации систем по сложности. В частности, Г. Н. Поваров [6] в зависимости от числа элементов, входящих в систему, выделяет четыре класса систем: малые системы, сложные,

ультрасложные, суперсистемы. Очевидно, что данное определение сложности является относительным, а не абсолютным.

По степени сложности в работе [7] системы разделяются на простые, сложные и очень сложные (большие) системы. Большие системы – это сложные пространственно-распределённые системы, в которых подсистемы (их составные части) относятся к категориям сложных. В рамках развития теории сложных систем в работе [8] сложные (большие) системы определяются как сети, содержащие множество компонент, которые взаимодействуют друг с другом, как правило, нелинейным способом. Чернышев полагает, что примерами больших систем могут служить автоматизированные системы управления, воинские части, системы связи, промышленные предприятия, отрасли промышленности и т.п. [9].

Как видно из приведенных определений понятие большой системы в значительной степени перекликается с понятием сложной системы. Однако, до настоящего времени для обоих понятий не существует строгих характеристик, потому что для каждого из определений необходимо найти четкие формальные признаки либо параметры, по которым можно было отличить большую систему от небольшой, сложную – от простой [10].

1.2. Класс крупномасштабных систем

Феномен крупномасштабных систем (КМС) появился в поле внимания научного сообщества сравнительно недавно – в конце XX в. – из обобщения практики управления крупными предприятиями и их объединениями. По мнению современных исследователей, ключевыми в управлении КМС являются социально-технические проблемы, возникающие в результате взаимодействия организаций, людей и систем. Так, А.Д. Цвиркун считает, что крупномасштабность систем обусловлена наличием в них объектов большой мощности, комплексным использованием ресурсов, сырья и материалов, усилением межотраслевых связей и возрастанием роли региональных систем [11].

В России к крупномасштабным системам относят: топливно-энергетический комплекс и отдельные его отрасли, транспортные, аграрно-промышленные, территориально-промышленные, региональные и отраслевые системы, холдинги, концерны, финансово-промышленные группы, распределенные системы передачи и обработки информации и др.

За рубежом фокусирование на проблемах управления КМС осуществлялось такими организациями, как правительство США, Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC), Министерство торговли и промышленности Великобритании (DTI) и др.

1.3. Класс сложных информационных систем

В.Я. Цветков отмечает, что существует большое количество информационных систем, которые можно отнести к сложным по критериям организационно-технических систем (ОТС) и по критериям теории сложных систем (ТСС) [12]. По мнению Монахова, наиболее «простой» среди сложных систем (по критериям ОТС) является сложная прикладная система [Монахов, 2005]. К прикладным системам различные исследователи относят различные системы: системы обработки данных и сложные информационные системы [13]; системы хранения информации типа хранилищ данных [14]; банки пространственных данных [15]; системы типа мультимасштабная электронная карта [16] и т.п.

В аспекте современной проблемы «больших данных» сложность информационных систем связывают с большим информационным объемом самой системы или с объемом обрабатываемых данных [17].

Систематику сложных информационных систем одни исследователи определяют характеристиками сложности социотехнических систем [18], другие - сложностью организационно-технических систем [19], третьи - сложностью организационно-технологических систем и сложностью социальных систем [20].

Общим для большинства взглядов на понятие «сложная информационная система» является ее организационно-техническая природа, которая указывает не только на множество входящих в нее ИС класса программных систем со своими свойствами и характеристиками, но и на множество сложных организационных систем, в которых использование ИС является неотъемлемой частью их функционирования. Сложная техническая система условно относится к сложным системам только в рамках ОТС, поскольку в ней, как правило, отсутствует механизм самоорганизации. Признаками сложности такой системы является большое количество элементов, большое количество связей и необозримость ее структуры [12].

1.4. Класс крупномасштабных информационных систем

Из всего многообразия типов сложных и крупномасштабных систем, рассмотренных в предыдущих разделах, выделяют так называемые крупномасштабные информационные системы (КМИС) по международной классификации - Large-Scale Complex Information Technology Systems (LSCITS).

В российских [1,11,21] и в некоторых зарубежных работах [22] отнесение ИС к классу крупномасштабных системы чаще всего не сопровождается какими-либо особенными аргументами при выборе класса систем. В тех немногих публикациях, где некоторые доводы все же приводятся они мало чем отличаются от тех характеристик, которые присваивают категории сложных ИС. Все те же аргументы в пользу большого количества элементов и связей, сложности управления и т.п.

Заметных признаков отличий крупномасштабных ИС от «не крупномасштабных» в обозначенных публикациях, где авторы использовали указанное название класса системы, за исключением территориального признака, обнаружить не удалось. Между тем, для корректности выбора, отличительные признаки класса системы являются ключевым фактором, т.к. при некорректном определении класса высока вероятность принятия неверных проектных решений.

2. Характеристики крупномасштабности информационной системы

2.1. Масштаб структуры ИС

Как было рассмотрено выше, для категорирования крупномасштабных систем наиболее часто используются количественные и территориальные характеристики. При этом не следует упускать из вида, что ключевым в семантике обозначенного класса систем является понятие «масштаб», которое по определению Оксфордского словаря¹ означает вовлеченность многих людей или вещей, особенно, если речь идет о широкой территории.

Таким образом, если речь идет об крупномасштабной ИС, как о сложной системе организационного типа, то ее параметры будут зависеть от параметров размера той территории, на которых располагается некоторое сгруппированное количество людей. При этом для крупномасштабной информационной системы масштаб каждой из подсистем в большей мере будет определять не размер территории, а количество проживающих (находящихся) на ней людей, т.к. ключевым для ИС любого вида является информация, генерируемая действиями людей и ими же потребляемая. Так, территория Магаданской области в несколько раз больше площади города Москвы, при этом численность населения этих субъектов РФ различается на несколько порядков, как и объем данных, необходимых для принятия управленческих решений в различных сферах. Именно поэтому при разборе понятия «крупномасштабность» рассматривают соотношение количества различаемых при выстраивании управленческих практик структурных элементов системы [1].

С целью организации оптимального централизованно-децентрализованного управления обширная территория современной России численностью более 140 млн. чел. делится с использованием нескольких видов (типов) деления:

- национально- и административно-территориальное устройство — для упорядоченного осуществления функций государственного управления (коды ОКАТО);
- муниципальное устройство — для осуществления (реализации, организации) местного самоуправления (коды ОКТМО).

Кроме вышеуказанных принципов, существуют и другие подходы к делению российской территории: экономические зоны и районы; военные и федеральные округа; часовые зоны и т.д.

Таким образом, к базовым параметрам крупномасштабной ИС следует отнести общее количество уровней деления иерархии и общее количество объектов в каждом узле деления. Крупномасштабность системы при таком рассмотрении обеспечивается одновременно и иерархией (масштабированием), и размерами объектов (масштабностью). При этом объектами в данном случае могут выступать делимые и неделимые объекты оргструктуры иерархии ИС.

Комплексная масштабность оргструктуры ИС и масштабирование ее объектов свойственны не только для строгой вертикальной проекции. С определённой уверенностью можно сказать, что КМИС имеют более сложную иерархию, выраженную на принципах стратификации [21], в которой масштабность и масштабирование может распространяться одновременно по стратам, слоям и эшелонам.

¹ Oxford Advanced Learner's Dictionary. <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>

2.2. Масштаб интеграции ИС

Как было установлено ранее, территориальное деление разделяет пространство для децентрализации функций и процессов, в т.ч. для процессов управления в этих образованиях. В тоже самое время, вложенность иерархии разделения указывает на необходимость поддержки механизма верхне-уровневого (централизованного) управления. Подобная форма децентрализации при сохранении централизации по смыслу соответствует понятию масштабирование. По факту крупномасштабность ИС определяется наличием общего (централизованного) управления над всеми подсистемами, выполняющими однотипные функции в различных территориальных образованиях и имеющих собственные центры управления.

Подобное централизованно-децентрализованное управление на уровне территориальных образований, где организации выполняют однотипные (системные) функции, может осуществляться двумя формами:

- 1) обеспечением «сверху» централизованным программным решением всех нижестоящих организаций;
- 2) обеспечением «сверху» требований к интеграции централизованно-разработанного программного решения и программных решений нижестоящих организаций.

Для крупномасштабной Единой государственной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), характерна в большей мере первая форма, т.к. вторая форма не смогла обеспечить полноценное функционирование системы в согласованном режиме.

Для сферы управления государственными финансами, где на протяжении десятилетия внедряется концепция «Электронный бюджет» актуальным остается подход по второй форме, однако самих требований к интеграции, оформленных в виде политик, так и не было сформировано к настоящему времени [23].

Масштабность интеграции зависит от количества и типов подсистем КМИС нуждающихся не только в интеграции с централизованным решением, но и в интеграции в границах функционирования этих подсистем для обеспечения информационного взаимодействия различных программных модулей и компонентов этих «территориальных» подсистем.

2.3. Временной масштаб ИС

Особенностью рассмотренных в предыдущем разделе параметров КМИС является их динамичность, т.е. их значение может измениться в любой момент: при одних событиях могут появляться новые объекты архитектуры системы (административно-территориальные единицы, организации, программные системы), при других – меняться или исчезать.

Крупномасштабная ИС, как техническая система – это множество сложных и относительно несложных подсистем (модулей, комплексов, компонентов и т.п.), каждый из таких составных элементов сложной ИС имеет свой «стаж», т.е. в определенный момент времени он находится на какой-то своей стадии ЖЦ.

Очевидно, что в определенный момент времени появляются новые элементы, при этом другие элементы со «стажем» покидают систему, что вызывает в системах такие процессы, как адаптация и интеграция элементов [24]. Можно сказать, что в сложной ИС в одно и то же абсолютное время существуют элементы из прошлого, настоящего и будущего. Фактически мы не можем точно определить на какой стадии ЖЦ находится сложная ИС, как единое целое, т.к. ее элементы имеют различные характеристики времени ЖЦ. Одни детерминированы прошлым, другие соответствуют требованиям настоящего, а третьи забегают вперед и определяют возможные варианты будущего [24].

Таким образом, полученные результаты подтверждают и дополняют выводы, сделанные В. Cli_ord Neuman, о том, что отличительным признаком крупномасштабной информационной системы является многомерность ее измерения [25]. Это означает, что для систем подобного класса актуальным является не столько общий подсчет количества объектов архитектуры ИС, сколько определение этого количества в N -мерном пространстве организационной иерархии, территориального деления и пространственного масштаба.

3. Выводы

Проведенный анализ позволил сформировать основные отличительные характеристики крупномасштабной ИС:

- как сложная ИС, КМИС состоит из большого количества сложных – территориально расположенных ИС организационного типа;

- как сложная ОТС, КМИС имеет сложную (стратифицированную) структуру;
- как высоко-интегрированная система КМИС требует настройки многоуровневых политик интероперабельности;
- КМИС реализует свою миссию через жизненные циклы своих компонент, т.к. сама система существует в рамках своего жизненного пути², который определяется, в том числе, внешней по отношению к ней системой (внешней средой);
- КМИС обладает темпоральными данными, требующими настройки механизма их согласования;
- каждая КМИС требует развития своей нормативной методологии моделирования, построенной на принципах концепции согласования многомодельности (междисциплинарности).

4. Заключение

Крупномасштабная ИС, как класс организационно-управленческих систем, обладает не только высокой степенью динамики и неопределенности своего развития, но и способностью к самоорганизации, т.е. к изменению (в том числе к усложнению своей структуры и поведения) [26]. При этом возникает логичный вопрос: а может ли только за счет самоорганизации крупномасштабная ИС поддерживать необходимое разнообразие управляющих воздействий для поддержания своего равновесия? Вероятней всего, что нет, т.к. в состав КМИС, входят искусственно-созданные подсистемы (организационная и техническая), требующие управления каждая в рамках своего жизненного пути и жизненного цикла.

Существенным при таком рассмотрении вопроса является потребность в развитии масштабной методологической базы моделирования крупномасштабной ИС, достаточной для обеспечения целенаправленного управления развитием КМИС и максимального использования ее уникальных эмерджентных свойств.

Литература

1. *Реут Д.В.* Управление крупномасштабными системами. Теоретико-методологические проблемы: диссертация доктора экономических наук: 08.00.05. Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. – Москва, 2013. – 291 с.
2. *Mark D. Hill.* What is scalability? SIGARCH Comput. Archit. News 18, 4 (Dec. 1990), 18–21. doi: <https://doi.org/10.1145/121973.121975>.
3. *Бир Стаффорд.* Кибернетика и управление производством / перевод с англ. В. Я. Алтаева; под ред. А. Б. Челюсткина; с предисл. А. И. Берга. 2-е изд., доп. – Москва: Наука, 1965. – 391 с.
4. Теория систем и системный анализ в управлении организациями / под ред. В.Н. Волковой, А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 848 с.
5. *Боулдинг К.* Общая теория систем — скелет науки // Исследования по общей теории систем. – М.: Наука, 1969.
6. *Поваров Г. Н.* Об уровнях сложности систем. / Сб. Методологические проблемы кибернетики (материалы к Всесоюзной конференции), т.2, – М., 1970.
7. *Глухих И.Н.* Теория систем и системный анализ: учебное пособие. 2-изд., перераб. и доп. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2016. – 148 с.
8. *Sayama H.* Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. Open SUNY Textbooks, Milne Library. State University of New York at Geneseo, 2015. – 498 p.
9. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 96 с.
10. *Денисов А. А.* Теория больших систем управления: учеб. пос. для вузов / А. А. Денисов, Д.Н. Колесников. – Л.: Энергоиздат, 1982, – 288 с.
11. *Tsvirkun A.D.* Management of the development of large-scale systems in new conditions. Managing the Development of Large-Scale Systems (MLSD'2020): Proceedings of the Thirteenth International Conference, September 28-30, 2020; Institute for Management Problems V.A. Trapeznikov Russian Academy of Sciences, Ministry of Education and Science of Russia. Moscow: IPU RAS. <https://mlsd2020.ipu.ru/proceedings/109-114.pdf>.
12. *Цветков В.Я.* Систематика сложных систем. Современные технологии управления. №7 (79). Номер статьи: 7903. Дата публикации: 2017-07-31. Режим доступа: <https://sovman.ru/article/7903/>.
13. *Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я.* Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. – М.: Просвещение, 2005. – 264 с.
14. *Барсегян А.* Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. – БХВ-Петербург, 2004.
15. *Цветков В.Я.* Обновление банков данных пространственной информации // Информатизация образования и науки. 2015. №. 1. – С. 128-136.

² *life history* - в терминах стандарта ISO 15704:2019

16. *Учаев Д.В., Учаев Дм.В.* Разработка онтологии семантического содержания мультимасштабных электронных топографических карт. Часть 1. Теоретические предпосылки и методологические аспекты // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2017. №. 1. – С. 53-61.
17. *Tsvetkov V.Ya., Lobanov A.A.* Big Data as Information Barrier. European researcher, Series A. 2014, Vol. (78), № 7-1, – p. 1237-1242.
18. *Матрусова Т. Н.* Организация как социотехническая система и управление персоналом в японской фирме // Труд за рубежом. – М.: НИИ труда. 1999. №. 4. – С. 77-93.
19. *Корнаков А. Н.* Модель сложной организационно-технической системы // Перспективы Науки и Образования. 2015. 2 (14). – С. 44-50.
20. *Парсонс Т.* Социальные системы. Личность. Культура. Общество. 2003. Т. 5. №. 1-2. С. 169-203.
21. *Ерженин Р.В.* Анализ проблем архитектурного развития некоторых крупномасштабных государственных информационных систем управления // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2019): сборник научных трудов XXII Международной научной конференции. 25–26 апреля 2019 г. / под науч. ред. Ю. Ф. Тельнова : в 3 т. Москва : ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2019, – С.120-127. DOI: 10.18572/1813-1247-2019-3-59-63
22. *Large-Scale Complex IT Systems. Development, Operation and Management / Editors: R. Calinescu, D. Garlan (Eds.). 17th Monterey Workshop 2012. Oxford, UK, March 19–21, 2012.*
23. *Ерженин Р.В.* Стратифицированная модель управления государственным бюджетом // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 4 (16). – С. 46-59.
24. *Сурмин Ю. П.* Теория систем и системный анализ: Учеб. пособие. – К.: МАУП, 2003. – 368 с.
25. *В. Cli_ord Neuman.* Scale in Distributed Systems. In Readings in Distributed Systems. Readings in Distributed Computing Systems. IEEE Computer Society Press, 1994.
26. *Муравьев Ю.Л.* Теория организации и организационное поведение: учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2015. – 192 с.