

УДК: 519.715

EDN: RJNJCX

DOI: <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2024-4-2-0212-0220>

## Модель архитектуры ИТ-решений: создание, генерация решений

А. С. Дулесов, Р. А. Андреев, А. А. Коновалов

*Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия*

**Аннотация.** Рассматриваются возможные решения о построении архитектуры ИТ-решений на базе применения принципов каузальности, бифуркаций и когнитивности, а также технологий построения сценариев и выработки управленческих решений, имеющих непосредственную связь с законами информатики. Предлагаются возможные решения о разработке модели, предусматривающие: мониторинг процессов, связанных с архитектурой предприятия и архитектурой ИТ-решений; выполнение анализа результатов мониторинга; выявление предпочтений органов управления (ранжирование приоритетов); обоснование наличия неопределенности информации в возможных вариантах вырабатываемых решений. Генерация предлагаемых решений предусматривает выявление тенденций и изменений во внешней среде и внутри предприятия, технологии выработки возможных стратегий перехода от одного состояния к другому. При построении модели выработки ИТ-решений предлагается: оценить свойства, простоту и возможности архитектуры на базе использования инструмента моделирования ArchiMate; измерить влияние информационной неопределенности и субъективности на систему поддержки и принятия решений; создать вероятностно-энтропийную модель описания состояния структуры существующей и подготовленной архитектуры; исследовать наличие бифуркационных событий и процессов для последующей выработки ИТ-решений. Создание метода генерации вариантов решений предусматривает выстраивание последовательности развития событий и процессов, связанных с вероятностным содержанием архитектуры и откликом на состояние бизнес-процесса. Метод рассматривается как основа применимости архитектуры ИТ-решений для выработки многообразия вероятностно-энтропийных состояний.

**Ключевые слова:** архитектура ИТ-решений, генерация решений, модель ИТ-решений, бифуркация, мера информации, энтропия.

**Для цитирования:** Дулесов, А. С., Андреев, Р. А., & Коновалов, А. А. (2024). Модель архитектуры ИТ-решений: создание, генерация решений. *Современные инновации, системы и технологии - Modern Innovations, Systems and Technologies*, 4(2), 0212–0220. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2024-4-2-0212-0220>

---

## IT solutions architecture model: creation, generation of solutions

A. S. Dulesov, R. A. Andreev, A. A. Kononov

*Katanov Khakass State University, Abakan, Russia*

**Abstract.** Possible decisions on the construction of the architecture of IT solutions are considered based on the application of the principles of causality, bifurcations and cognition, as well as technologies for constructing scenarios and developing management decisions that are directly related to the laws of computer science. Possible solutions for developing a model are proposed that include: monitoring processes related to enterprise architecture and the architecture of IT solutions; performing analysis of monitoring results; identification of preferences of governing bodies (priority ranking); substantiation of the presence of information uncertainty in possible options for developed solutions. The generation of proposed solutions involves identifying trends and changes in the external environment and within the enterprise, technologies for developing possible strategies for transition from one state to another. When building a model for developing IT solutions, it is proposed to: evaluate the properties, simplicity and capabilities of the architecture based on the use of the ArchiMate modeling tool; measure the impact of information uncertainty and subjectivity on the support and decision-making system; create a probabilistic entropy model to describe the state of the structure of the existing and prepared architecture; investigate the presence of bifurcation events and processes for the subsequent development of IT solutions. Creating a method for generating solution options involves building a sequence of events and processes related to the probabilistic content of the architecture and response to the state of the business process. The method is considered as the basis for the applicability of the architecture of IT solutions for generating a variety of probabilistic entropy states.

**Keywords:** architecture of IT solutions, generation of solutions, model of IT solutions, bifurcation, measure of information, entropy.

**For citation:** Dulesov, A. S., Andreev, R. A., & Konovalov, A. A. (2024). IT solutions architecture model: creation, generation of solutions. *Modern Innovations, Systems and Technologies*, 4(2), 0212–0220. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2024-4-2-0212-0220>

---

## ВВЕДЕНИЕ

Российские компании часто задают себе вопрос о необходимости прохождении технологической трансформации, в которой система управления должна опираться на автоматизацию задач принятия решений. Технологическая трансформация предполагает изменения архитектуры не только предприятия и информационной системы, но и перепроектирование модели ИТ-решений. Она должна быть ориентирована на обеспечение качественной поддержки бизнес-процессов в новых реалиях.

С точки зрения организации процессов построения модели ИТ возникает потребность в обеспечении ресурсами, направленными на реализацию ИТ-стратегии предприятия и ее регулярной деятельности [1]. Чем выше степень информативности (цифровизации) предприятия, тем эффективнее технологические решения, направленные на восприятие и развитие бизнес-процессов. Тем самым совершенствуя архитектуру ИТ-решений имеем выход на выполнение стратегических задач.

Решая данные задачи, предусматривается построение технологии, включающей в себя предварительную подготовку и проработку модели, методов и методик оценки

взаимодействия событий как фактора модификации архитектуры ИТ-решений предприятия. Предлагаемые решения обусловлены востребованностью современной идеологии применения принципов каузальности и когнитивности, а также технологий построения сценариев и выработки управленческих решений, имеющих непосредственную связь с законами информатики функционирования сложных систем.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В процессе разработки технологии развития бизнес-процессов, рассматривается природа вероятностных состояний, что должно приводить нас к выработке альтернативных ИТ-решений в пределах существующей архитектуры предприятия.

Созданная технология позволит внести вклад не только в теорию организации архитектуры разрабатываемых ИТ-решений, но и с практической точки зрения освободит предприятие от необдуманных (ввиду наличия неопределенности информации) принимаемых решений (например, по поддержке и развитию бизнес-процессов).

В процессе работы над построением модели следует предусмотреть теоретические подходы к рассмотрению возможных событий и процессов (в частности бифуркационных), проработке сценариев (опирающихся на принципы каузальности, когнитивности) и свойств надежности. При этом архитектура рассматривается как квазизакрывающаяся система из-за наличия существенной неопределенности в принятии решений при поддержке бизнес-процессов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Реализация решений о разработке модели предусматривает выполнение ряда конкретных задач, связанных с созданием ИТ-архитектуры, генерацией решений на принципах построения возможных альтернатив и построением модели выработки ИТ-решений.

### Создание ИТ-архитектуры

Создание ИТ-архитектуры предполагает решение следующих задач:

- Предварительный мониторинг экзогенных и эндогенных процессов, связанных с архитектурой предприятия и архитектурой ИТ-решений, анализ

результатов, набор методик и инструментов. Реализации идеи о создании модели архитектуры ИТ-решений с моделями архитектуры предприятия может быть обеспечена при помощи использования программы ArchiMate создания моделей с использованием базовых понятий «элемент» и «отношение», рассматриваемое как каузальное.

- Выявление предпочтений органов управления (ранжирование приоритетов) с применением: матрицы Эйзенхауэра и когнитивного моделирования для распределения задач и расстановки приоритетов; компьютерной программы SPSS Statistics для анализа и классификации данных.

- Анализ наличия неопределенности информации в возможных вариантах вырабатываемых решений. Здесь востребованы: оценка статистической сложности архитектуры, включающей себя совокупность истинных высказываний на языке логики предикатов в их соответствии с элементом или связью; выделение свойств архитектуры (существования и развития) и принципов информации; измерение неопределенности информации.

### **Генерация решений на принципах построения возможных альтернатив**

Генерация решений на принципах построения возможных альтернатив включает в себя:

- Анализ результатов мониторинга управления, направленного на выявление тенденций и изменений во внешней среде и внутри предприятия, а также результатов показателей предприятия и тенденций их изменения, расхождения между параметрами целей и реализованными показателями. В качестве инструментов анализа предусматривается применение пакетов прикладных программ: SPSS – Statistics, который позволит выполнить кластеризацию и выявить закономерности вероятностного распределения данных; система Loginom для выявления «узких» мест в данных. В числе её алгоритмов применимы, например, Дискретизация, Дерево решений (Decision Trees) и др. Их результаты можно представить графически, например, с помощью Контрольной карты Шухарта (Shewhart control chart). Применение данных алгоритмов позволит построить общую картину генерации решений: дискретизация данных для их дальнейшего участия в анализе дискретных бифуркаций; выборки с замещением для определения точности выборочных оценок дисперсии, среднего, стандартного отклонения, доверительных интервалов и других структурных характеристик

совокупности; преобразования данных к представлению, в котором они могут быть локализованы как по времени, так и по частоте; классификации в интеллектуальном анализе данных согласно решающих правил вида «если, то», упорядоченных в древовидную иерархическую структуру; обработанные данные – это преобразованные непрерывные данные в дискретные с целью построения ансамбля данных.

- Выработку возможных стратегий перехода от одного состояния к другому посредством когнитивного моделирования слабо структурированных систем. При этом основанием выработки стратегий можно считать: экспертное участие специалистов и выработке их мнений; определение концептов на основе PEST-анализа; установление связей между факторами и определение силы влияния с использованием SWOT-анализа; построение когнитивной карты, отражающей активные взаимодействия управляющего объекта с природой и объектом управления; выделение прямых влияний между концептами; построение итоговых взаимовлияний. Такого рода модель можно использовать в качестве источника информации при решении трудноформализуемых задач оценки направления, силы и степени влияния разнородных внешних и внутренних факторов на выбор и реализацию стратегий предприятия. Тем самым созданная модель позволит оценить факторы, способствующих снятию неопределенности в процессе перевода объекта управления в целевое состояние для поддержания порядка в системе.

Выявление и анализ закономерностей вероятностного распределения показателей на основе когнитивного моделирования будет связано с реализацией ряда задач:

- выявления нечетких факторов и выделения взаимосвязей элементов в структуре;
- учет изменений внешней среды; использования объективно сложившихся тенденций изменения показателей в процесс аддитивного и мультипликативного роста параметров;
- выявления выбросов в данных как фактора динамики параметров системы.

### **Построение модели выработки ИТ-решений**

Построение модели выработки ИТ-решений включает в себя:

- Оценку свойств, простоты и возможностей архитектуры, посредством применения ArchiMate как инструмента моделирования с целью поддержки описания и

анализа ИТ-архитектуры как внутри, так и за пределами бизнес-процессов однозначным способом.

- Оценку влияния информационной неопределенности и субъективности на компьютерную поддержку принятия решений. При этом можно предусмотреть разработку вероятностно-энтропийной модели описания состояния структуры существующей и подготовленной архитектуры. Метод должен включать в себя порядок вычисления энтропии, а именно: 1) условная энтропия, как количество информации, принадлежащей объекту, состояние (исход) которого зависит от состояния другого объекта, непосредственно связанного с событийным процессом, отображенном в структуре. Результаты расчета позволят оценить воздействие одних элементов на другие элементы и структуру в целом; 2) совместная энтропия, как количество информации необходимое для измерения неопределенности и позволяющая согласно наличию набора переменных оценивать совместные состояния элементов (последовательно и параллельно соединенных) в структуре системы при протекании событий. Отличительной особенностью метода является то, что элементы рассматриваются как взаимосвязанные, так как рассматриваемая архитектура отображает взаимные связи вероятностной природы [2-4]. "Выпадение" какого-либо элемента из архитектуры не только нарушает связи, но может приводить к ответной реакции со стороны других элементов, не исключая возникновения волновых процессов. Поэтому реализация данного метода является одним из значимых факторов, касающийся включения в исследование волновых процессов бифуркационной составляющей, анализ которых должен быть связан с применением технологии выработки ИТ-решений.

- Метод генерации вариантов решений. Вопрос о выработке эффективного ИТ-решения непосредственно касается снятия неопределённости, что способствует снижению риска управления во избежание непредусмотренных структурных изменений, связанных с выходом производственной системы из состояния равновесия. Следовательно, метод должен касаться выстраивания последовательности развития событий и процессов, связанных с вероятностным содержанием архитектуры и откликом на состояние бизнес-процесса. Построение метода изменчивости структуры, должно отражать наличие и форму бифуркационного события. Основой для его построения станет теория равновесного состояния транспортно-информационных систем, предложенная Басиным М.А. [5-7]. Данная теория, совместно с когнитивной теорией

экспертизы событий и каузальных сценариев, послужат основой применимости архитектуры ИТ-решений в выработке многообразия вероятностно-энтропийных состояний. В наиболее полной мере построение технологии развития событий при моделировании архитектуры ИТ-решений предприятия является достаточно сложным процессом, вызывающим к потребностям в запоминании информации (накопления опыта), которая выражается в изменении архитектуры.

Предложенные в работе возможные решения опираются на имеющиеся у авторов результаты теоретического и прикладного характера: методы измерения количества информации о состоянии технических систем; теоретические предпосылки к рассмотрению бифуркационных событий и процессов; создание инструментов выработки решений на принципах когнитивизма и каузальности; практика применения инструментов анализа (SPSS – Statistics, система Loginom и др.).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построение модели архитектуры ИТ-решений не только предусматривает внедрение организационных мероприятий, но и реализацию решений, направленных на разработку методов генерации. Адаптация модели к реализации задач бизнес-процессов предприятия посредством разработки и внедрения программного обеспечения позволит ускорить процессы анализа, выработки и принятия решений по снижению рисков.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Хачатрян Л. Как трансформировать операционную модель ИТ. Редакция Global CIO. [Электронный ресурс]. – URL: <https://globalcio.ru/discussion/32303/>. Дата обращения: 25.03.2024).
- [2] Dulesov A.S., Khrustalev V.I., Dulesova N.V. Quantification of information in the closed structure of a technical system. Proceedings of 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM; 2016: 7911658. <https://doi.org/10.1109/ICIEAM.2016.7911658>
- [3] Dulesov A.S., Ereemeeva O.S., Karandeev D.Yu., Dulesova N.V. Approaches to information measurement of the structure state of technical systems. International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon; 2018: 8602799.
- [4] Karandeev D.J., et al. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019; 537: 052003.

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/537/5/052003>

[5] Басина Г.И., Басин М.А. Классификация волн, вихрей, грибовидных и древовидных структур и транспортно-информационных систем. [Электронный ресурс]. – URL: <http://314159.ru/basin/basin11.htm>. (Дата обращения: 01.04.2024).

[6] Басин М.А. Компьютеры. Вихри. Резонансы. Волновая теория взаимодействия структур и систем. Часть 2. СПб: Норма; 2002. 144.

[7] Федотова И.В. Представление взаимодействия между предприятиями на основе волнового подхода и теории полей. Экономика транспортного комплекса. 2015; 25: 20-35.

## REFERENCES

[1] Hachatryan L. Kak transformirovat' operacionnuyu model' IT. Redakciya Global CIO. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://globalcio.ru/discussion/32303/>. (Data obrashcheniya: 25.03.2024). (in Russian)

[2] Dulesov A.S., Khrustalev V.I., Dulesova N.V. Quantification of information in the closed structure of a technical system. Proceedings of 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM; 2016: 7911658. <https://doi.org/10.1109/ICIEAM.2016.7911658>

[3] Dulesov A.S., Ereemeeva O.S., Karandeev D.Yu., Dulesova N.V. Approaches to information measurement of the structure state of technical systems. International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon; 2018: 8602799.

[4] Karandeev D.J., et al. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2019; 537: 052003. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/537/5/052003>

[5] Basina G.I., Basin M.A. Klassifikaciya voln, vihrej, gribovidnyh i drevovidnyh struktur i transportno-informacionnyh sistem. [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://314159.ru/basin/basin11.htm>. (Data obrashcheniya: 01.04.2024 (in Russian)

[6] Basin M.A. Komp'yutery. Vihri. Rezonansy. Volnovaya teoriya vzaimodejstviya struktur i sistem. CHast' 2. SPb: Norma; 2002. 144. (in Russian)

[7] Fedotova I.V. Predstavlenie vzaimodejstviya mezhdru predpriyatiyami na osnove volnovogo podhoda i teorii polej. Ekonomika transportnogo kompleksa. 2015; 25: 20-35. (in Russian)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Дулесов Александр Сергеевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры цифровых технологий и дизайна, Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия

**Alexander Dulesov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Digital Technologies and Design, Katanov Khakass State University, Abakan, Russia

**Андреев Роман Андреевич**, аспирант кафедры цифровых технологий и дизайна, Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия

**Roman Andreev**, PhD student at the Faculty of Digital Technologies and Design of N.F. Katanov Khakass State University, Abakan, Russia

**Коновалов Андрей Александрович**, аспирант кафедры цифровых технологий и дизайна, Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия

**Andrey Konovalov**, PhD student at the Faculty of Digital Technologies and Design of N.F. Katanov Khakass State University, Abakan, Russia

*Статья поступила в редакцию 14.04.2024; одобрена после рецензирования 25.04.2024; принята к публикации 26.04.2024.*

*The article was submitted 14.04.2024; approved after reviewing 25.04.2024; accepted for publication 26.04.2024.*