

УДК 004.02
<https://doi.org/10.32362/2500-316X-2022-10-1-7-17>



ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

Онтология функциональной синергетики в виртуальном когнитивно-семиотическом конструировании информационных процессов и систем

Р.Г. Болбаков[@], В.А. Мордвинов, П.В. Берёзкин, И.И. Сивицкий

МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, 119454 Россия

[@] Автор для переписки, e-mail: bolbakov@mirea.ru

Резюме

Цель. В связи с расширением в настоящее время практики применения методов онтологий проектирования информационных процессов и систем в кругу специалистов ИТ обозначилась потребность в том, чтобы дать и раскрыть определение такого нового, актуализированного самим ходом развития виртуальных информационных технологий понятия, как функциональная синергетика, образующего системные начала методов онтологий проектирования, обозначив в результате этого ее признаки для корректного формирования онтологий проектирования соответствующих динамичных информационных процессов и систем.

Методы. Аналитический обзор строится на обозначении авторского видения углубления синергетики как синергетики функциональной в применении к разнообразию современных информационных процессов и систем. В указанном контексте концепционно сопрягается совокупное использование и рассмотрение таких методов, как метод онтологий (генералитетная составляющая образуемой концепции методов), методы когнитивной семиотики, аутопоэзис и иные проявления синергетики со связанными с ними методами и методиками эмерджентной оценочности роли и эффективности любых происходящих системных изменений. Именно такая совокупная динамика информационных процессов и систем позволяет авторам выдвинуть развивающую трактовку методов синергетики, как синергетики функциональной.

Результаты. Уточняется и углубляется понятийная сторона нововведения – функциональной синергетики (с опорой на метод онтологий) – в теорию информационных процессов и систем, что проявляется обновлением онтологий, сопровождающих научные и инженерные проекты, использующие синергетику как исходный методологический базис. При этом выясняется, что функциональные черты синергетики в контексте оценок и упорядочения функционала современных устройств информационных технологий придают ей новые возможности в выделении значимых показателей системных изменений: свойств, признаков и проявлений функционально-синергетического характера. Именно эти три понятия, раскрываемые синергетикой как функциональным окуляром, отличают функциональную синергетику от общепринятого определения синергетики как таковой. Соответствие формы содержанию, аутопоэзис, развитие и преобразования, происходящие с информационными процессами и системами с их эмерджентными последствиями, являются сутью и особенностью синергетики, трактуемой как синергетика функциональная. Прослеживание происходящего в динамике, в неразрывности оценок и регулирований совокупности свойств, признаков и проявлений анализируемых процессов в еще большей степени уточняет сущность и роль вводимого авторами понятия в общую классическую теорию информационных процессов и систем. В связанный с этим анализ в качестве объектов исследования и проектирования здесь включены обладающие существенно динамическими

характеристиками и свойствами виртуальная, дополненная, смешанная, расширенная, составная, сопряженная реальности, геоинформационные системы, многомерная компьютерная графика, фрактальная, голографическая графика, компьютерные телетайповые игры, дополненная реальность и т.п.

Выводы. Совершенствование теории и практики создания и применения информационных процессов и систем с позиций учета все более существенно возрастающих скоростей, динамики видоизменений их свойств и показателей приводит синергетическую методологию применения оценок и механизмов управления ими к появлению уточняющего понятия функциональной синергетики как понятия комплексного и динамического, вбирающего в свое толкование как позиции самой классической синергетики, так и сопряженных с ней парадигм когнитивной семиотики и т.п. Базисным генералитетным средством и инструментом такого рода объединения является набирающий все большую известность метод онтологий. В соединении с когнитивной семиотикой функциональная синергетика становится мощным наукоемким инструментом дальнейшего развития теории и практики современных разноплановых интенсифицированных информационных систем мультимедиа и их информационных полей, описываемых как императивной, так и конвенциональной парадигмой.

Ключевые слова: функциональная синергетика, пространственная синергетика, конфлюэнтность, эмерджентность, аутопозис

• Поступила: 19.02.2021 • Доработана: 13.03.2021 • Принята к опубликованию: 24.12.2021

Для цитирования: Болбаков Р.Г., Мордвинов В.А., Берёзкин П.В., Сивицкий И.И. Онтология функциональной синергетики в виртуальном когнитивно-семиотическом конструировании информационных процессов и систем. *Russ. Technol. J.* 2022;10(1):7–17. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2022-10-1-7-17>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REVIEW ARTICLE

Ontology of functional synergetics in virtual cognitive-semiotic design of information processes and systems

Roman G. Bolbakov[@], Vladimir A. Mordvinov, Pavel V. Berezkin, Ivan I. Sivitsky

MIREA – Russian Technological University, Moscow, 119454 Russia

[@] Corresponding author, e-mail: bolbakov@mirea.ru

Abstract

Objectives. In view of the currently expanding practice of applying methods for configuring ontologies of designing information processes and systems, information technology (IT) specialists need to disclose the definition of such a new concept as functional synergetics. This concept is actualized by the course of development of virtual information technologies, forming the system foundation for methods of design ontologies and indicating attributes for the correct formation of design ontologies of relevant dynamic information processes and systems. In the present work, this is done by means of analytical review.

Methods. The analytical review is based on the authors' vision of deepening the concept of synergetics as applied to a variety of modern information processes and systems. This context concessionally conjugates the combined use and consideration of such approaches as the method of ontologies (the major component of the resulting concession of methods), methods of cognitive semiotics, autopoiesis, and other manifestations of synergetics with related methods and techniques of emergent evaluation of the role and effectiveness of any occurring systemic

changes. It is this combined dynamics of information processes and systems that allows the authors to put forward a developing treatment of the methods of synergetics as functional.

Results. The concept of functional synergetics was clarified and deepened based on the method of ontologies. In the theory of information processes and systems, it is manifested in updating ontologies accompanying scientific and engineering projects that use synergetics as an initial methodological basis. It turns out that the functional features of synergetics in the context of assessments and functional ordering of modern IT devices give it new opportunities in highlighting the significant indicators of system changes: properties, attributes, and manifestations of functional-synergistic nature. It is these three concepts, revealed by synergetics as a functional eyepiece, that distinguish functional synergetics from the generally accepted definition of synergetics as such. Matching form to content, autopoiesis, development, and transformations occurring with informational processes and systems with their emergent consequences are the essence and feature of functional synergetics. Tracing what is happening in dynamics, in the inseparability of assessments and regulations of the set of properties, attributes, and manifestations of the analyzed processes to an even greater extent clarifies the essence and role of the concept introduced by the authors in the general classical theory of information processes and systems. In the related analysis, virtual reality, augmented reality, mixed reality, expanded reality, composite reality, coupled reality, geoinformation systems, multidimensional computer graphics, fractal graphics, holographic graphics, computer teletype games, X-reality, etc., which have essential dynamic characteristics and properties, are included here as objects of research and design.

Conclusions. Improvement of the theory and practice of creating and using information processes and systems from the position of recognizing the accelerating speed and dynamics of how their properties and indicators are modified leads the synergistic methodology of assessments and control mechanisms to the emergence of a clarifying concept of functional synergy. This is a complex and dynamic concept, which includes its interpretation of the positions of classical synergetics and related paradigms of cognitive semiotics, etc. The method of ontologies, which is gaining more and more popularity, is the main means and tool of such unification. When combined with cognitive semiotics, functional synergetics becomes a powerful science-intensive tool for further development of the theory and practice of modern multimedia intensified information systems and their information fields described by both imperative and convivial paradigms.

Keywords: functional synergetics, spatial synergetics, confluence, emergence, autopoiesis

• Submitted: 19.02.2021 • Revised: 13.03.2021 • Accepted: 24.12.2021

For citation: Bolbakov R.G., Mordvinov V.A., Berezkin P.V., Sivitsky I.I. Ontology of functional synergetics in virtual cognitive-semiotic design of information processes and systems. *Russ. Technol. J.* 2022;10(1):7–17. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2022-10-1-7-17>

Financial disclosure: The authors have no a financial or property interest in any material or method mentioned.

The authors declare no conflicts of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящей работы – дать и раскрыть определение нового, актуализированного самим ходом развития виртуальных информационных технологий, понятия функциональной синергетики, обозначив в результате этого ее признаки для корректного формирования онтологий проектирования соответствующих динамичных информационных процессов и систем. Целесообразность введения в базовую онтологию современной теории информационных процессов и систем этого несколько обновленного понятия синергетики побуждена двумя немаловажными взаимосвязанными обстоятельствами.

Во-первых, разнообразие толкований терминов «синергия», «синергетика», «синергетический эффект» и других близких по смыслу понятий требует уточнения [1–9]. Иными словами, существенно определить, как понимаются указанные термины применительно к задачам и процедурам конструирования онтологий проектирования в ИТ сфере, в информационных полях этой сферы. Фундаментальные

положения синергетики служат основой нового термина «функциональная синергетика». Нововведение создает эффективные предпосылки и возможности для осуществления анализа и упорядочения сложных информационных процессов в информационных полях современных динамичных ИТ [10–14].

Во-вторых, синергетика в любых ее представлениях и трактовках предполагает возможность как положительного со знаком «плюс» («+1») синергетического эффекта, так и отрицательного – со знаком «минус» («–1»), как правило, не фиксируя промежуточные значения в интервале от –1 до +1 и, тем более, не иллюстрируя динамику скольжения синергии в этих пределах.

Алгоритм действий по реализации поставленной задачи прозрачен.

Шаг первый: очерчивание хотя бы приблизительного перечня видов виртуализации, к которым здесь соотнесено определение понятия «функциональная синергетика» и его онтологическое толкование.

Шаг второй: определение границ и параметров процессов, явлений и свойств всего перечня

виртуализаций, к которым отнесен модифицируемый термин, или, что тоже самое, задание и/или определение континуальной области, континуальных границ в информационных полях, на которые распространяются объявляемые парадигмы, свойства и проявления тех или иных процессов и явлений, рассматриваемых с позиций синергетики.

Шаг третий: уточняющая формулировка признаков континуальности в русле функциональности синергетики. Тем самым дается ясное представление о смысловом значении и установочных возможностях вводимого понятия в теории и практике синтеза онтологий динамических информационных процессов и систем.

Шаг четвертый: оценка возможности и перспективности применения обновленного подхода в обширном поле разнообразия современных информационных процессов и систем, в том числе на перспективу ожидаемого их развития в технологическом ракурсе.

В наиболее выраженном виде указанное проявляется в задачах исследования, создания, проектирования и сопровождения обширного спектра мультимедиа ИТ, относящегося к широкому спектру виртуализаций мультимедиа объектов высокой динамики, каковыми, например, являются устройства виртуализации в составе мультимедиа ИТ: устройства виртуальной реальности и их различные модификации, геоинформационные системы, системы современной высоко динамичной многомерной компьютерной графики, голографической и фрактальной графики, компьютерные телетайповые игры, дополненная реальность и т.п.

Формирование базовых онтологий такого рода обустройств ИТ с опорой на формирующиеся позиции и воззрения функциональной синергетики фрагментально представлено ниже на примерах объектов виртуализации мультимедиа в качестве задающего начала развитию по аналогии обширного перечня понятий онтологии функциональной синергетики ИТ, предназначенной служить онтологией проектирования информационных процессов и систем.

1. ОБЪЕКТЫ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В СОСТАВЕ МУЛЬТИМЕДИА В ВИДЕНИИ ПАРАДИГМАТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИНЕРГЕТИКИ

Виртуальная реальность (ВР, англ. virtual reality, VR, искусственная реальность) – созданная техническими средствами образность, передаваемая пользователю через его ощущения и восприятия органами чувств и собственной когнитивной обработкой. Виртуальная реальность имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие. Для создания убедительного комплекса ощущений, близких к истинной реальности, компьютерный синтез свойств

и реакций виртуальной реальности производится в реальном времени^{1, 2} [15]. Пользователь может воздействовать на эти объекты согласно заложенным в информационную систему (ИС) виртуальной реальности принципам, процедурам и технологическим особенностям индикаций состояний и управления. В указанной разновидности, как и во всех последующих составляющих настоящей онтологической ассамблеи, имеются явно выраженные функциональные синергетические особенности, прослеживаемые в свойствах, проявлениях и признаках информационных процессов и в системном обустройстве весьма динамичных (в самом общем случае) систем ВР, в высокой непрерывной динамике сопряжения форм и содержания процедурных и отображаемых признаков и проявлениях, в том числе относимых к явлениям пространственной синергетики и аутопоэзиса.

Дополненная реальность (англ. augmented reality, AR) – результат введения в поле восприятия и когнитивной обработки ИС дополненной реальности различных сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и улучшения восприятия информации³. Наиболее часто встречающийся элемент дополнения в ВР, обращающий ее в дополненную реальность – вводимый комментирующий текст.

Смешанная реальность – функционально усложненная дополненная реальность, отображающая явность концепции виртуального континуума и применения таксономии этой классификации к средствам отображения реальности^{4, 5} [16].

¹ Isaac J. Step into a new world – Virtual Reality (VR). Basic Concepts of Virtual Reality along with Research Challenges explained in simple words. 2016. URL: <https://www.completegate.com/2016070154/blog/virtual-reality-explained>, дата обращения 13.08.2021. [Isaac J. Step into a new world – Virtual Reality (VR). Basic Concepts of Virtual Reality along with Research Challenges explained in simple words. 2016. URL: <https://www.completegate.com/2016070154/blog/virtual-reality-explained>. Accessed August 13, 2021.]

² Astonishing innovations of VR. URL: <https://web.archive.org/web/20200112191904/https://caersidi.net/blog/vr-astonishing-innovations>, дата обращения 13.08.2021. [Astonishing innovations of VR. URL: <https://web.archive.org/web/20200112191904/https://caersidi.net/blog/vr-astonishing-innovations>. Accessed August 13, 2021.]

³ What is augmented reality? URL: <https://www.fi.edu/what-is-augmented-reality>, дата обращения: 13.08.2021. [What is augmented reality? URL: <https://www.fi.edu/what-is-augmented-reality>. Accessed August 13, 2021.]

⁴ What is mixed reality? URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>, дата обращения: 16.08.2021. [What is mixed reality? URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>. Accessed August 16, 2021 (in Russ.).]

⁵ A taxonomy of mixed reality visual displays. URL: https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321, дата обращения: 16.08.2021. [A taxonomy of mixed reality visual displays. URL: https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321. Accessed August 16, 2021.]

Расширенная реальность (англ. mixed reality, MR) – нередко называемая гибридной реальностью, представляет собой синклид дополненной реальности и дополненной виртуальности, является следствием объединения реального и виртуальных миров для создания новых окружений и визуализаций, обладающих синергетическим эффектом по отношению к составляющим, то есть эффектом появления новых свойств, признаков и проявлений, невидимых в составляющих. Высокоэмерджентная реализация виртуализаций⁶.

Составная реальность – в авторском видении – расширенная реальность, обладающая явно выраженными свойствами конфлюэнтности, вследствие чего указанная разновидность может рассматриваться как совокупность слоев, на которые она расчленима, но принципами и механизмами конфлюэнтности защищена от этого в пределах жизненного цикла существования ИС составной реальности.

Сопряженная реальность – в авторском видении – составная, расширенная реальность, обладающая на всем жизненном цикле генералитетными признаками сопряжения слоев ИС, неразрывности континуума виртуальности и континуума медиальности обслуживаемых объектов и их виртуализации [16].

Геоинформационная система – географическая информационная система (ГИС, GIS) – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах [17–19]. Известность и большое разнообразие ГИС, методов и технологий работы с ними исключают возможность введения в настоящий тематический перечень сколь-нибудь развернутого их описания. Здесь существенно другое: имеет место вполне прослеживаемая наблюдателем синергетическая природа возникающих эффектов как при синтезе, обработке ГИС, так и при их восприятии пользователями. Технологии эти динамичны, многоцветны, многомерны, обладают ярко выраженными признаками и возможностями масштабирования, а потому тем более должны рассматриваться в первую очередь с синергетических позиций.

Многомерная компьютерная графика – не нуждается в дополнительных определениях, как общеизвестное средство визуализации, прежде всего являющееся важной частью анализа данных, позволяющее соединить несколько измерений в одном модельном представлении⁷ [20].

Динамические свойства связанных с этим процессов и, особенно, многомерность, выходящая за границы понятийного восприятия образов – моделей компьютерной графики с большим числом измерений, являются самой сложной, наукоемкой и перспективной для дальнейшего развития теории и практики виртуализаций графики задачей. Пример виртуального освоения многомерного пространства показан в иллюстрации шестимерного туториала⁷. Это изящное, но частное решение. По мнению авторов, путь создания и воплощения в практику универсальной модели виртуальных адаптов, трансформеров и клон ИС многомерной *N*-графики с неограниченно большим числом мер должен опираться на методы и математические описания увеличения или снижения мер сложности инфологий и морфологий исходной виртуальной слоистой конструкции, обладающей определенным стабильным и неизменным в процессе вариативирования набором конфлюэнтных свойств и признаков.

Фрактальная графика (фрактальная реальность). Уже саму фрактальную картинку можно позиционировать как изображение, графику. Вместе с тем, контуры, абрисы, цветовая гамма (RGB) фрактального изображения существенно зависят и изменяемы в зависимости как от редактора обработки изображения, так и от технологических средств его экранного или печатного отображения. Таким образом, предлагается понимать под компьютерной фрактальной графикой непосредственно то графическое образование, которое секундно в данной конкретной реализации обладает соответствующими частными проявлениями контуров и цветовой гаммы. Любые редакционные воздействия и/или смены технологического пакета обработки рисунка неизбежно приводят к изменениям информативной сущности фрактальных изображений. При этом имеет место синергетический эффект отрицательного свойства в оценивании статуса возникающей эмерджентности. Мера и сама возможность смешения тех или иных информативных признаков в графике фрактальных изображений может колебаться в обширных пределах и более всего зависит от набора коэффициентов масштабирования и взаимосвязей между слоями виртуализации, а последствия и результаты определяются функцией конфлюэнтности происходящих преобразований. Динамика и неявная дискретность происходящих процессов выдвигают на передний план их оценочность с позиций синергетики, как синергетики функциональной, где сами механизмы и методы синергетики описываются соответствующими моделями.

⁶ What is mixed reality? URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>, дата обращения: 16.08.2021. [What is mixed reality? URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>. Accessed August 16, 2021 (in Russ.).]

⁷ Многомерные графики в Python — от трехмерных и до шестимерных. <https://habr.com/ru/post/456282/>, дата обращения: 18.08.2021. [Multidimensional graphs in Python – from 3-D to 6-D. <https://habr.com/ru/post/456282/>. Accessed August 18, 2021 (in Russ.).]

Голографическая графика – как плоская, так и объемная, манипулирует с синтезом, восприятием и преобразованиями бестелесных изображений, похожих на реальность, то есть с голограммами, голографией. Голография (др.-греч. ὅλος – полный + γράφω – пишу) – набор технологий для точной записи, воспроизведения и переформирования волновых полей оптического электромагнитного излучения, особый фотографический метод, при котором с помощью лазера регистрируются, а затем восстанавливаются изображения трехмерных объектов, в высшей степени похожие на реальные. Голограмма – это получение изображений с помощью восстановления волнового фронта. Все приведенное выше относительно фрактальной графики и многомерной компьютерной графики можно отнести и к голографической графике. Здесь выведение каждого слоя из системы (части голограммы) до определенного физического ограничения в широких пределах масштабирования сохраняет целостность отображений, но при вероятном снижении показателей качества. Это явление как нельзя лучше иллюстрирует наличие в происходящем функционального синергетического эффекта. Оценки и использование сущности этого эффекта в процедурах синтеза онтологий проектирования информационных процессов и систем голографической графики (и в иных подобных случаях) возвышают традиционные представления о синергетике как описательной сущности до уровня некоей функции анализа и управления информационными процессами и системами.

Дефиниция эта неплохо иллюстрируется следующим конкретным примером. Так, Windows Mixed Reality (с англ. – «смешанная реальность Windows») – платформа смешанной реальности, представленная как часть операционной системы Windows 10, обеспечивает голографическое воплощение объектов в смешанной реальности в технических реализациях с соответствующими шлемами (Windows Holographic)^{8,9}.

Компьютерные телетайповые (интеллектуализированные компьютерные) игры – реализация функциональных связей с партнерами по игре или подмены партнера средствами интеллектуализации ИС, опционно реализуемые на дисплеях компьютеров или пространственно – в голографическом исполнении – в дополненной и

иных реальностях на основе инициаций специально созданных ресурсозатратных компьютерных программ мультивекторного исполнения транзакций, служащих для организации игрового процесса (геймплея, gameplay). Последнее относится к самой востребованной и перспективной области развития компьютерных игр – к интеллектуализированным играм. Здесь фигурирует игровой искусственный интеллект (англ. game artificial intelligence) – набор программных методик, которые используются в компьютерных играх для создания иллюзии интеллекта в поведении персонажей, управляемых компьютером. Особенно перспективно это развитие в актуализациях интерактивного, Белл-Ланкастерского и дистанционного обучения, самообучения. Здесь нет нужды перечислять заново все то, что отнесено выше к обилию разнообразий виртуализаций с позиций синергетики. Все эти признаки и свойства не только присутствуют, но в немалой степени обострены большим количеством траекторий развития современных игр, а следовательно, возникающих за каждой опцией, каждым «ходом» игрока или самой информационной системы синергетического эффекта. К тому же все происходящее в компьютерных играх осуществляется в условиях их настолько взвинченной динамики, что возникают наложения этих эффектов один на другой или другие. Это приводит к появлению новых, еще более неожиданных эмерджентных последствий. Налицо признаки функциональной синергетики с ее эмерджентными динамическими проявлениями, то есть производными от тех или иных текущих значений эмерджентностей [21–23].

Дополненная реальность – в развитие всех обозначенных выше разновидностей виртуализаций совокупность ориентационных образов и их моделей, своего рода обобщение как уже известных и практикуемых проектных решений, так и тех, появление которых в ближайшем будущем может только предугадываться, да, и то, весьма контурно.

Определим априори: дополненная реальность обладает самыми высокими показателями динамических свойств в трансформациях синергетики, мощностью и эмерджентностью синергий из всего вышеприведенного перечня, что и предопределяет описание онтологий дополненных реальностей как некий универсум базовой онтологии (ядра онтологий) всего обсуждаемого здесь направления развития мультимедиа ИТ.

Таким образом, здесь представлена ассамблея обновленных и систематизированных понятий онтологий проектирования современных информационных процессов и систем в области виртуализируемых высоко динамичных мультимедиа с позиций

⁸ A taxonomy of mixed reality visual displays. URL: https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321, дата обращения: 16.08.2021. [A taxonomy of mixed reality visual displays. URL: https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321. Accessed August 16, 2021.]

⁹ Многомерные графики в Python — от трехмерных и до шестимерных. <https://habr.com/ru/post/456282/>, дата обращения: 18.08.2021. [Multidimensional graphs in Python – from 3-D to 6-D. <https://habr.com/ru/post/456282/>. Accessed August 18, 2021. (in Russ.).]

синергетики в ее несколько обновленном толковании – «функциональная синергетика». Это понятие, видимо, нуждается в уточнении его толкования и дополнительного раскрытия свойств, признаков и проявлений, что, собственно, применительно к мультимедиа информационным полям осуществляется далее в настоящей статье.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СВОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИНЕРГЕТИКИ В МЕТОДОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИЙ МУЛЬТИМЕДИА ПОЛЕЙ

Первое, что необходимо сделать согласно постановке заголовка настоящего раздела статьи – это дать определение обновляемому понятию синергетики. Отличающихся в деталях трактовок этого емкого понятия немало. Распространенная транскрипция: синергѣтика (от греч. συν- – приставка со значением совместности и греч. ἔργον – «деятельность») – междисциплинарное направление науки, изучающее общие закономерности явлений, процессов и развития в сложных неравновесных системах (в том числе, в информационных) на основе присущих им принципов самоорганизации. Основное понятие синергетики – определение структуры как состояния, возникающего в результате многовариантного и неоднозначного поведения таких многоэлементных структур или многофакторных сред, которые не деградируют к стандартному для замкнутых систем усреднению термодинамического типа, а развиваются вследствие открытости, притока энергии извне, нелинейности внутренних процессов, появления особых режимов с обострением и наличия более одного устойчивого состояния. В круг понятийности синергетики входит также представление о соответствии (мере соответствия) формы содержанию.

Подлежит рассмотрению, что здесь справедливо для описанного выше спектра виртуализированных мультимедиа-систем (ВММС или англ. multimedia systems – VMMS), а что требует дополнительного переосмысления и, может быть, переустройства. Перечислим:

- *Междисциплинарность* – признак и свойства очевидны из самого перечня виртуализируемых мультимедиа-систем.
- *Признаки сложности и неравновесности* – имеют место, причем, в выраженном виде, поскольку все противоположное в теории информационных процессов и систем – лишь частные упрощенные случаи.
- *Закономерности явлений, процессов и развития* – наблюдаются в синергетических описаниях подходов к приведенному здесь перечню, но требуют количественной оценочности и построения соответствующих механизмов и средств управления

происходящими или ожидаемыми информационными процессами. Эта позиция требует развития и самым очевидным образом вписывается в понятие синергетики функциональной.

- *Изменчивость и саморазвитие под воздействием внутренних факторов и внешних воздействий* – характерно для обсуждаемого здесь спектра мультимедиа.
- *Соответствие и мера соответствия формы содержанию* – это существенно, должно однозначно, причем количественно, определяться и упорядочиваться.
- *Определение структуры как состояния* – именно так, но наряду с этим в пределах жизненного цикла ИС состояние их многократно и непрерывно видоизменяется, в то время как структура, архитектура, инфология на каких-то интервалах тренда жизненного цикла могут сохраняться неизменными, но, скорее всего, подлежат либо дрейфу, либо скачкообразным изменениям вплоть до возникновения коллапсов. В таком представлении вопрос также вписывается в понятийность синергетики, как синергетики функциональной.

Все перечисленные здесь позиции предполагают соблюдение эргодических принципов. В числе важнейших принципов исчисляемость процессов и явлений, повторяемость результатов вычислений и их, хотя бы условная, предсказуемость, что должно стать опорной позицией формирования представлений о синергетике, как синергетике функциональной. Названные таким образом составляющие видения синергетики отвечают, следовательно, за выявление, декларирование, модельное (в том числе, математическое) описание и применение в процедурах анализа, моделирования, конструирования, проектирования и сопровождения всех разновидностей (врозь и совместно) количественных индикаторов и регуляторов всех перечисленных выше синергетических признаков, свойств и проявлений, присущих статике и динамике информационных процессов и систем.

Из этого емкого универсума следуют три очевидных дополнительных вложения в понятийный аппарат функциональной синергетики высокодинамичных мультимедиа информационных процессов и систем.

Первое. Функциональная синергетика как инструмент анализа и воздействий на указанные процессы и системы работает во взаимосвязанных сферах **признаков, свойств и проявлений** в функционировании процессов и систем, а также средств их создания и сопровождения.

Второе. Соответствие форм содержанию с позиций мажоритарности (миноритарности), конфлюэнтности и аутопоэзиса входят в оценочные характеристики и инструменты упорядочения синергетических свойств, проявлений и признаков в количественно

исчисляемом и моделируемом виде, представляя тем самым функциональную сущность синергетики как инструмента созидания и управления. Уточним: **содержание** здесь предопределено действительной составляющей виртуализации, ее объектом, а **форма** есть следствие, обозреваемый виртуальный, синтезированный, искусственный, рисованный образ объекта, отображающий содержание. В этом связь содержания и образа в синергетическом воззрении на мультимедиа виртуализированные системы. Функционально виртуализация соотносится к реальному первородному объекту как зеркальное или псевдозеркальное его отображение, обладающее обязательностью признака **хиральной чистоты** по отношению к источнику создания. При этом виртуализация должна отвечать ряду дополнительно возложенных на нее признаков и свойств, не обязательно присутствующих в реальном источнике, а именно: выполнению требований когнитивной семиотики, обеспечению рационализированного баланса гармонизации и нормирования контента (особенно, образовательного и научного, инициирующего базовые предметные онтологии информационных процессов и систем мультимедиа). Необходим также анализ совокупности технико-эстетических, эргономических, психофизических требований и т.д. Возникновение и проявление всех этих свойств и признаков в виртуализациях, новых по отношению к объекту, есть не что иное, как полином эмерджентных всплесков в результате виртуализации, динамика которого порождает понятие о производных эмерджентных вкладах, образующих указанный полином.

Третье. Присущее такому подходу обобщающее представление о динамичности и сложности происходящих в балансе указанных признаков изменений (архитектуры, инфологии, морфологии и т.д.) требует введения в инструментальные средства функциональной синергетики ИС составляющих, отображающих наряду с традиционно применяемыми для этого эмерджентными оценками, производных от совокупности эмерджентностей, что с опорой на использование систем дифференциальных уравнений или какого-то иного математического аппарата (например, матриц планируемого эксперимента, метода Монте-Карло и т.д.) позволяет оценивать, улучшать и оптимизировать указанные синергетические показатели как с позиций достижения соответствия формы содержанию, так и в частях, относящихся к неразрывному триумvirату признаков, свойств и проявлений, в том числе и в динамике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функциональная синергетика, применяемая в оценочных и регулирующих действиях в виртуализируемых мультимедиа-системах и полях самого

разнообразного состава призвана в моделях количественных мер отображать и предоставлять возможность воздействия на признаки, свойства и проявления ИС на всем их жизненном цикле, а также оценивать и упорядочивать необходимое соответствие формы представления содержанию происходящих системных процессов и превращений.

Функциональная синергетика информационных процессов и систем, в том числе применительно к мультимедиа, манипулирует тройственной совокупностью основных ее **категорий: признаки, свойства и проявления** в сочетании с обеспечением должного **соответствия формы и содержания**, причем вся эта фабула имеет исчисляемые значения в синтезируемых для этого моделях и методиках.

Раскрытые в работе понятийность и функциональность функциональной синергетики могут являться расширением ядра базовой онтологии проектирования информационных процессов и систем по разделу «мультимедиа».

В соединении с когнитивной семиотикой функциональная синергетика становится мощным научным инструментом дальнейшего развития теории и практики современных разноплановых интенсифицированных информационных систем мультимедиа и их информационных полей, описываемых как императивной, так и конвенциональной парадигмой.

Вклад авторов

Р.Г. Болбаков – системное выстраивание отображенного в статье характера и результатов исследования, редактирование, участие в написании статьи.

В.А. Мордвинов – идеоматика, анализ источников, участие в написании статьи, информационный менеджмент, показанного в статье исследования.

П.В. Берёзкин – формализация семантических и синергетических признаков с опорой на существующие синергетические классификаторы информационных процессов и систем, редактирование, участие в написании статьи.

И.И. Сивицкий – системное структурирование вводимых в статью источников, анализ и сбор материалов, редактирование, участие в написании статьи.

Authors' contribution

R.G. Bolbakov – systematic construction of the nature and results of the research displayed in the article, editing, participation in writing the article.

V.A. Mordvinov – ideomatics, analysis of sources, participation in writing the article, information management of the research shown in the article.

P.V. Berezkin – formalization of semantic and synergetic features based on existing synergetic classifiers of information processes and systems, editing, participation in writing the article.

I.I. Sivitsky – systematic structuring of the sources introduced in the article, analysis and collection of materials, editing, participation in writing the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савиных В.П., Цветков В.Я. Синергетический аспект геоинформатики и технологий дистанционного зондирования. *Исследование Земли из космоса*. 2002;5:71–78.
2. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Миронов А.А., Мордвинов В.А., Сигов А.С., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. *Синергетическая теория информационных процессов и систем*: учебное пособие. М.: ИТТ «Информика»; 2010. 455 с.
3. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. *Информатика и синергетика*: учебное пособие. М.: МГУПС; 2015. 88 с.
4. Ожерельева Т.А. Виртуальное образование и синергетика. *Управление образованием: теория и практика*. 2015;1(17):20–27.
5. Цветков В.Я., Козлов А.В. Синергетика субсидиарных систем. *ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении*. 2019;1(11):77–85.
6. Матчин В.Т. *Синергетика в информационном пространстве*. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing; 2020. 117 с. ISBN 978-620-2-55537-1
7. Канушкин С.В. Синергетический подход в управлении группой беспилотных летательных аппаратов системы охранного мониторинга. *Правовая информатика*. 2018;3:25–37.
8. Складов А.А., Похилина Т.Е. Синергетический синтез закона управления мобильным роботом на колесах Илона. В сб.: *Системный синтез и прикладная синергетика*. Сб. научных трудов VIII Всероссийской научной конф. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет; 2017. С. 103–110.
9. Якименко О.И., Радионов И.А. Синергетический синтез нелинейных адаптивных законов управления пространственным движением автономного подводного аппарата. В сб.: *Системный синтез и прикладная синергетика*. Сб. научных трудов VIII Всероссийской научной конф. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет; 2017. С. 123–128.
10. Цветков В.Я. Естественное и искусственное информационное поле. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014;5:178–180.
11. Цветков В.Я. Информационное поле и информационное пространство. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016;1–3:455–455. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=8536>
12. Майоров А.А. Информационное поле. *Славянский форум*. 2013;2(4):144–150.
13. Чехарин Е.Е. Интерпретация в информационном поле. *Славянский форум*. 2018;2(20):110–117.
14. Tsvetkov V.Ya. Information Space, Information Field, Information Environment. *European Researcher*. 2014;8–1(80):1416–1422.
15. Foreman N., Korralo L. Past and future applications of 3-D (virtual reality) technology. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2014;6(94):1–8. URL: <https://ntv.ifmo.ru/file/journal/527.pdf>

REFERENCES

1. Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. Synergetic aspect of geoinformatics and remote sensing technologies. *Issledovanie Zemli iz Kosmosa = Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2002;5:71–78 (in Russ.).
2. Ivannikov A.D., Kulagin V.P., Mironov A.A., Mordvinov V.A., Sigov A.S., Tikhonov A.N., Tsvetkov V.Ya. *Sinergeticheskaya teoriya informatsionnykh protsessov i system (Synergetic theory of information processes and systems)*. Moscow: Informika; 455 p. (in Russ.).
3. Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. *Informatika i sinergetika (Informatics and synergetics)*. Moscow: MGUPS; 2015. 88 p. (in Russ.).
4. Ozherel'eva T.A. Virtual education and synergetics. *Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika = Education Management Review*. 2015;1(17):20–27 (in Russ.).
5. Tsvetkov V.Y., Kozlov A.V. Synergetics of subsidiary systems. *ITNOU: Informatsionnye Tekhnologii v Nauke, Obrazovanii i Upravlenii = ITNOU: Information Technologies in Science, Education and Management*. 2019;1(11):77–85 (in Russ.).
6. Matchin V.T. *Sinergetika v informatsionnom prostranstve (Synergetics in the information space)*. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing; 2020. 117 p. (in Russ.). ISBN 978-620-2-55537-1
7. Kanushkin S.V. Synergetic approach in managing a group unmanned aircraft security monitoring system. *Pravovaya Informatika = Legal Informatics*. 2018;3:25–37 (in Russ.).
8. Sklyarov A.A., Pokhilina T.E. Synergetic synthesis of the control law of a mobile robot on Elon's wheels. In: *System Synthesis and Applied Synergetics*. Rostov-on-Don: Yuzhnyi federal'nyi universitet; 2017. P. 103–110. (in Russ.).
9. Yakimenko O.I., Radionov I.A. Synergetic synthesis of nonlinear adaptive control laws of spatial motion of autonomous underwater vehicle. In: *System Synthesis and Applied Synergetics*. Rostov-on-Don: Yuzhnyi federal'nyi universitet; 2017. P. 123–128. (in Russ.).
10. Tsvetkov V.Y. Natural and artificial information field. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamenta'nykh issledovaniy = International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2014;5:178–180 (in Russ.).
11. Tsvetkov V.Y. Information field and information space. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamenta'nykh issledovaniy = International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016;1–3:455–455 (in Russ.).
12. Maiorov A.A. Information field. *Slavyanskii Forum = Slavic Forum*. 2013;2(4):144–150 (in Russ.).
13. Chekharin E.E. Interpretation in the information field. *Slavyanskii Forum = Slavic Forum*. 2018;2(20):110–117 (in Russ.).
14. Tsvetkov V.Ya. Information Space, Information Field, Information Environment. *European Researcher*. 2014;8–1(80):1416–1422.
15. Foreman N., Korralo L. Past and future applications of 3-D (virtual reality) technology. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2014;6(94):1–8. Available from URL: <https://ntv.ifmo.ru/file/journal/527.pdf>

16. Fleischmann M., Strauss W. (Eds.). CAST01// Living in Mixed Realities. *Proceedings of Int. Conf. On Communication of Art, Science and Technology*, Fraunhofer IMK; 2001. 403 p. ISSN 1618-1379 (Print), ISSN 1618-1387 (Online). URL: http://netzspannung.org/version1/extensions/cast01-proceedings/pdf/cast01_proceedings_bw.pdf
17. Кудж С.А., Цветков В.Я. *Геоинформатика*: монография. М.: МАКС Пресс; 2019. 224 с. ISBN 978-5-317-06203-3
18. Розенберг И.Н. Цветков В.Я. *Координатные системы в геоинформатике*. МГУПС; 2009. 67 с.
19. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформатика как система наук. *Геодезия и картография*. 2013;4:52–57.
20. Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F. Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: *Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies*. 1995;2531:23–34. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
21. Mordvinov V.A., Plotnikov S.B. Semiotic construction of an intensive multimedia environment on a cognitive basis. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018;7(4/25):236–239. URL: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/26930>
22. Кудж С.А. Пространственная синергетика. *Славянский форум*. 2017;1(15):17–24.
23. Болбаков Р.Г., Мордвинов В.А., Берёзкин П.В., Сивицкий И.И. Постулаты виртуализированной реальности. В сб.: *Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации «Социальный инженер – 2020»*. Сб. трудов Всероссийской конф. молодых исследователей с международным участием. Ч. 4. М.: РГУ им. А.Н. Косыгина; 2020. С. 40–45.
16. Fleischmann M., Strauss W. (Eds.). CAST01// Living in Mixed Realities. *Proceedings of Int. Conf. On Communication of Art, Science and Technology*, Fraunhofer IMK; 2001. 403 p. ISSN 1618-1379 (Print), ISSN 1618-1387 (Online). Available from URL: http://netzspannung.org/version1/extensions/cast01-proceedings/pdf/cast01_proceedings_bw.pdf
17. Kudzh S.A., Tsvetkov V.Ya. *Geoinformatika (Geoinformatics)*. Moscow: MAK Press; 2019. 224 p. (in Russ.). ISBN 978-5-317-06203-3
18. Rozenberg I.N. Tsvetkov V.Ya. *Koordinatnye sistemy v geoinformatike (Coordinate systems in geoinformatics)*. Moscow: MGUPS; 2009. 67 p. (in Russ.).
19. Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. Geoinformatics as a system of sciences. *Geodeziya i kartografiya = Geodesy and Cartography*. 2013;4:52–57 (in Russ.).
20. Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F. Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: *Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies*. 1995;2531:23–34. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
21. Mordvinov V.A., Plotnikov S.B. Semiotic construction of an intensive multimedia environment on a cognitive basis. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018;7(4/25):236–239. Available from URL: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/26930>
22. Kudzh S.A. Spatial synergetics. *Slavyanskii Forum = Slavic Forum*. 2017;1(15):17–24 (in Russ.).
23. Bolbakov R.G., Mordvinov V.A., Berezkin P.V., Sivitskii I.I. Virtualized reality postulates. In: All-Russian Conference of Young Researchers with International Participation “*Social and Humanitarian Problems of Education and Professional Self-Realization*” (*Social Engineer 2020*): collection of materials. V. 4. Moscow: RGU im. A.N. Kosygina; 2020. P. 40–45. (in Russ.).

Об авторах

Болбаков Роман Геннадьевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: bolbakov@mirea.ru. <http://orcid.org/0000-0002-4922-7260>

Мордвинов Владимир Александрович, к.т.н., профессор, Лауреат премии Правительства РФ в области образования (2002 г.), профессор кафедры инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: mordvinov@mirea.ru. <http://orcid.org/0000-0003-3622-8448>

Берёзкин Павел Вячеславович, ведущий тьютор-копирайтер ИТ, студент, кафедра инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: beryozkin@mirea.ru. <http://orcid.org/0000-0001-9956-7805>

Сивицкий Иван Игоревич, ведущий тьютор-аналитик ИТ, студент, кафедра инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: sivickij@mirea.ru. <http://orcid.org/0000-0002-7696-2367>

About the authors

Roman G. Bolbakov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of the Tool and Applied Software, Institute of Information Technologies, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: bolbakov@mirea.ru. <https://orcid.org/0000-0002-4922-7260>

Vladimir A. Mordvinov, Cand. Sci. (Eng.), Professor, Laureate of the Russian Federation Government Prize in Education (2002), Professor, Department of the Tool and Applied Software, Institute of Information Technologies, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: mordvinov@mirea.ru. <http://orcid.org/0000-0003-3622-8448>

Pavel V. Berezkin, IT Leading Tutor-Copywriter, Student, Department of the Tool and Applied Software, Institute of Information Technologies, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: beryozkin@mirea.ru. <http://orcid.org/0000-0001-9956-7805>

Ivan I. Sivitsky, IT Leading Tutor-Analyst, Student, Department of the Tool and Applied Software, Institute of Information Technologies, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: sivickij@mirea.ru. <http://orcid.org/0000-0002-7696-2367>