

Для цитирования: Дятлов С. А., Лобанов О. С., Чжоу В. Управление региональным информационным пространством в условиях цифровой экономики // Экономика региона. — 2018. — Т. 14, вып. 4. — С. 1194-1206 doi 10.17059/2018-4-11

УДК: 330.47

JEL: F 01, F 55

С. А. Дятлов ^{а)}, О. С. Лобанов ^{а)}, В. Чжоу ^{б)}

^{а)} Санкт-Петербургский государственный экономический университет (Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: oetdsa@yandex.ru)

^{б)} Институт экономики и деловой администрации Педагогического университета Центрального Китая (Ухань, Китай)

УПРАВЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ ПРОСТРАНСТВОМ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ ¹

В статье на основе энтропийного подхода и метода определения синергетического эффекта от конвергенции информационных пространств, существующей в условиях цифровой нейросетевой экономики, предложена оригинальная авторская модель, в рамках которой посредством трехмерного моделирования построена поверхность, характеризующая возникающее в ходе сетевой конвергенции снижение энтропии кластеров информационных систем в региональном информационном пространстве. Данная модель характеризует изменения энтропии для кластеров информационных систем, обладающих, в соответствии с Реестром государственных информационных систем Санкт-Петербурга, наиболее характерными с точки зрения количества модулей, общей типологии, функционального назначения параметрами, а также учитывает диапазоны конкретных показателей, характеризующих реальные функционирующие в настоящий момент региональные информационные системы Санкт-Петербурга. Обоснован вывод о том, что возникающие в условиях цифровой экономики синергетические эффекты конвергенции влекут за собой снижение энтропии регионального информационного пространства. Выявлено, что с увеличением количества конвергируемых кластеров информационных пространств в них происходит устойчивое снижение энтропии. Указанные особенности позволяют численно охарактеризовать выявленные эффекты конвергенции и оценить влияние происходящих цифровых структурных трансформаций экономической системы на информационное пространство региона с точки зрения повышения эффективности управления им. Сформулирован вывод: чем большее количество информационных систем будет вовлечено в процессы цифровой конвергенции, тем более существенным будет снижение энтропии и, как следствие, повышение эффективности работы управленческих структур региональной экономической системы. Выявлено актуальное проблемное направление междисциплинарных исследований, заключающееся в том, что в современной цифровой нейросетевой экономике возникает целый класс новых нейросетевых (соционейроморфных) эффектов. Данное исследование имеет практическую значимость для разработки новых управленческих алгоритмов и принятия эффективных управленческих решений в условиях масштабной цифровизации и сетизации региональных и национальных управленческих структур.

Ключевые слова: цифровая экономика, технологическая революция, нейронет, управление, энтропийный подход, региональные информационные пространства, сетевая конвергенция, нейросетевые эффекты, инфраструктура, информатизация

Введение

Сегодня цифровые технологии рассматриваются как главный фактор повышения конкурентоспособности, производительности и прибыльности, доминантный ускоритель инновационного экономического роста. В июле 2017 г. была принята разработанная правительством РФ (Минкомсвязи) федеральная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»,

рассчитанная до 2025 г. Для успешной реализации данной программы трансформируются традиционные и создаются новые институты управления на федеральном, регионально-отраслевом уровнях. Под влиянием разворачивающейся сегодня новейшей нейросетевой технологической революции происходят трансформационные процессы во всех сферах социально-экономической жизни общества, что обуславливает качество, тип и формы реализации цифровой стадии развития.

¹ © Дятлов С. А., Лобанов О. С., Чжоу В. Текст. 2018.

В современных условиях идет активное формирование интегративно-распределенной мегасети нового поколения «Нейронет», представляющую интернет нового поколения, функционирующий на основе интегративно-распределенных нейрокомпьютерных сетей, соционейроморфных интерфейсов и универсальных экосистем самообучающегося искусственного интеллекта. Нейронные схемы, связанные с принятием решений и социальным познанием, многочисленны и часто активируются как сеть [1, с. 259–289], в связи с чем динамично развивающаяся глобальная нейрокомпьютерная сеть «Нейронет» трансформирует характер и содержание отношений между хозяйствующими субъектами и институтами на всех уровнях социально-экономической жизни. Внедрение новейших прорывных нейросетевых технологий должно в решающей мере обеспечить реализацию преимуществ передовых стран и компаний-лидеров в условиях усиления глобальной инновационной гиперконкуренции.

Передовые нейросетевые технологии трансформируют общественные институты, формируют принципы и алгоритмы цифровых трансформаций сознания субъектов экономической деятельности, изменяют целеполагание, мотивы и характер отношений между людьми в процессе сетевого взаимодействия, что, в свою очередь, влечет за собой изменение моделей их экономического поведения и принимаемых управленческих решений.

На основании доступных результатов в рамках данного исследования внимание будет уделено методологии и экспериментальным исследованиям, аналогичным другим обсуждениям междисциплинарных применений методов нейронауки [2, с. 140–152].

В частности, в условиях появления принципиально новых драйверов инновационного экономического развития необходимо выявление его ключевых векторов, а также формирование новых стратегий, целей и задач для хозяйствующих субъектов и регулирующих институтов, что должно обеспечить конкурентное развитие предприятий и отраслей, а также оптимизацию использования бюджетных средств государственными органами на федеральном и региональном уровнях.

Таким образом, в современных условиях началась новая информационно-технологическая нейросетевая революция, которая ведет к формированию интегративной мегасети «Нейронет», технологическим ядром которой являются глобальные гибридно-сетевые ком-

пьютерно-соционейроморфные интерфейсы. В условиях динамичного развития нейросетевых технологий возникает новое качество экономики, которая может быть названа «цифровая нейросетевая экономика», для которой характерно появление целого ряда новых закономерностей, механизмов функционирования и регулирования и возникновения качественно новых нейросетевых процессов, продуктов, услуг и эффектов.

В 2003 г. возникла новая дисциплина «нейроэкономика», которая развивается на основе синтеза нескольких наук: информационной экономики, поведенческой экономики, кибернетики, психологии, когнитивной нейробиологии и нейрофизиологии. В широкий научный оборот понятие «нейроэкономика» ввел Пол Глимчер (Paul W. Glimcher) [3, с. 447–452]. С 2005 года существует и активно действует сообщество нейроэкономистов (Society for NeuroEconomics)¹.

В цифровой экономике идет формирование различных сетевых институциональных управленческих структур, включая институты государственной власти на глобальном, федеральном, региональном и местном уровнях. Ведущее место в структуре институтов управления и регулирования глобализирующейся цифровой экономики занимают электронно-сетевые институты управления, регулирования и контроля, важнейшим из которых является электронное государство (э-правительство), которое можно рассматривать как институционально-организационную форму проявления и реализации сетевого управленческого человеческого капитала. Формирование всеохватывающей распределенной системы электронного правительства и предоставления цифровых государственных услуг является сегодня приоритетной задачей для большинства развитых стран мира.

Энейросетевые эффекты должны получать адекватную денежную и неденежную оценку и учитываться в расширенной структуре валового национального (мирового) продукта. В этой связи, важное значение имеет определение методологических принципов и методов оценки полифункциональных энейросетевых эффектов, их включения и учет в величине ВВП.

Сетевой эффект может приносить интегративную (распределенную в простран-

¹ Society for NeuroEconomics [Электронный ресурс]. URL: <http://www.neuroeconomics.org/> (дата обращения: 23.04.2018).

стве и отложенную во времени) добавленную стоимость.

В связи с этим Центр стратегических разработок подготовил доклад «Государство как платформа. (Кибер)государство для цифровой экономики»¹, который был опубликован в мае 2018 г. В документе отмечается, что в фокусе развертывания государства как платформы находится гражданин, который будет взаимодействовать с цифровой экосистемой и получать от нее цифровые сервисы в соответствии со своими потребностями. В документе отмечается необходимость реализации ряда мер:

- создание единой архитектуры государственной цифровой платформы, преодолевающей разрозненность ведомственных систем и базирующейся на едином массиве данных;

- перевод всех государственных услуг в электронную форму с системой удаленной биометрической идентификации, перевод в цифровой формат контрольно-надзорной и разрешительной деятельности;

- формирование «цифровых двойников» граждан, организаций, объектов и проактивное предоставление государственных услуг на основе развития «цифрового двойника»;

- создание министерства по цифровой трансформации, ответственного за реализацию перечисленных изменений².

Различные аспекты нейроэкономики стали предметом научного исследования в работах ряда российских ученых: В.А. Ключарева, А. Шмидс, А.Н. Шестаковой [4, с. 14–35], А.В. Романовского, Я.В. Шокина [5, с. 42–44], А.К. Солодова [6, с. 5] и др.

Указанные цели и задачи в совокупности формируют необходимость оптимизации и рационализации управленческих воздействий для применения стейкхолдерами в различных отраслях народного хозяйства. Зачастую данные воздействия в силу ряда ограничений не приносят ожидаемого эффекта, что обусловливается отсутствием возможности их оперативной, гибкой корректировки в динамично изменяющихся условиях и усиления инновационной гиперконкуренции. Возникает проблема

недостаточной оперативности, гибкости и эффективности управленческих решений и процедур государственных и региональных органов в условиях перехода к гиперконкурентной цифровой экономике, что зачастую влечет за собой снижение конкурентоспособности как отдельно взятого предприятия, так и целой отрасли. Следует отметить проблему научного характера, заключающуюся в отсутствии в научной литературе единого методологического подхода к формулированию нейросетевой парадигмы и управлению национальной, отраслевой и региональной инфраструктурой в условиях цифровой нейросетевой трансформации всей мировой экономической системы.

В ходе разрешения данных проблем применительно к сфере государственного управления целесообразно в качестве объекта данного исследования определить региональное информационное пространство в условиях цифровой экономики. Предметом данного исследования являются процессы структурных трансформаций и сетевой конвергенции отрасли информатизации и соответствующих региональных институтов регулирования.

Теория

Термин «цифровая экономика» был впервые введен в 1995 г. в книге Дона Тапскотта «Электронно-цифровое общество: плюсы и минусы сетевого интеллекта» [7, с. 1–37]. Его книга «Цифровая экономика» была одним из первых исследований, в которых рассматривался вопрос о том, как интернет изменит способ ведения бизнеса. Согласно исследованию Томаса Месенбурга, проведенного в 2001 г. [8], можно выделить три основных компонента концепции цифровой экономики:

- инфраструктура электронного бизнеса (аппаратное обеспечение, программное обеспечение, телекоммуникации, сети, человеческий капитал и т. д.);

- электронный бизнес (ведение бизнеса, любой процесс, который организация проводит над компьютерными сетями);

- электронная коммерция (передача товаров посредством интернета).

Билл Имла отмечает, что новые приложения размывают эти границы и добавляют сложность экономическим отношениям³. В качестве подтверждения данного довода он приводит, в частности, социальные сети и поиск в интер-

¹ Государство как платформа. (Кибер)государство для цифровой экономики. Доклад [Электронный ресурс]. URL: https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2018/05/GOSUDARSTVO-KAK-PLATFORMA_internet.pdf (дата обращения: 03.06.2018).

² Цифровая трансформация государства. Гражданин и государство в новой цифровой реальности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.csr.ru/news/tsifrovaya-transformatsiya-gosudarstva-grazhdanin-i-gosudarstvo-v-novoj-tsifrovoj-realnosti/> (дата обращения: 08.05.2018).

³ The Concept of a “Digital Economy” [Электронный ресурс]. URL: <http://odec.org.uk/the-concept-of-a-digital-economy/> (дата обращения: 17.04.2018).

нете. В последнее десятилетие XX в. Николас Негропonte использовал метафору перехода от обработки атомов к обработке бит: «Проблема проста: когда информация воплощается в атомах, существует потребность во всех видах средств индустриальной эпохи и огромных затрат для доставки. Но внезапно, когда фокус переходит к битам, традиционные большие компании больше не нужны. Самостоятельное получение услуги в Интернете начинает приобретать значимость. Это невозможно сделать для бумажной копии»¹.

В этой новой экономике цифровые сети и коммуникационные инфраструктуры обеспечивают глобальную платформу, на которой люди и организации разрабатывают стратегии, взаимодействуют, общаются, сотрудничают и ищут информацию. В одном из современных исследований цифровая экономика была определена как отрасль экономики, изучающая нематериальные товары с нулевой маржинальной стоимостью посредством сети [9].

В процессе инновационно-информационного производства товаров и услуг имеют место высокие постоянные затраты и относительно низкие предельные издержки. В условиях цифровой экономики производитель стремится к производству, предоставлению и продаже максимально возможных объемов информационных продуктов (информационных услуг), чтобы получить большую прибыль и компенсировать высокие первоначальные расходы на разработку информационного продукта-оригинала. Как отмечает Р. Вайбер [10, с. 90], в информационно-сетевой экономике, в отличие от индустриальной, доминирует не закон убывающей предельной доходности, а прямые сетевые эффекты и положительная обратная связь, что выражается в возрастающей предельной доходности

В глобальной информационной экономике имеют место различные информационно-сетевые эффекты. Информационно-сетевые эффекты — это эффекты от инноваций, от сетевого взаимодействия, от интеграции бизнеса. По сути, это синергино-сетевые (интегральные) эффекты, выражающиеся в различных формах. Х.Р. Вэриан выделяет два основных вида сетевых эффектов: прямые сетевые эффекты (*direct network effects*) и косвенные сетевые эффекты (*indirect network effects*) [11, с. 265, 226] Себастьян Кнол выделяет особый

вид кросс-бизнес синергии — информационную синергию, которая порождена использованием общих каналов информации, широкой доступностью этих каналов и их эффективностью, значительно большей возможностью получения достоверной и полной информации о конкурентах, о национальных и региональных фондовых рынках и бизнес-инициативах [12, с. 252].

С момента появления термина «цифровая экономика» наблюдается существенный рост объемов научных исследований по данной тематике, что показывает важность данного вопроса для эффективного решения стоящих перед экономикой задач. Так, с момента введения термина «цифровая экономика» в 1995 г. в ведущих мировых наукометрических базах данных (в частности, Elsevier Scopus, Clarivate

Таблица

Рост числа научных публикаций, посвященных вопросам цифровой экономики, в ведущих наукометрических базах данных

№ п. п.	Год	Количество публикаций в Scopus*	Количество публикаций в Web of Science**
1	1996	2	3
2	1997	5	1
3	1998	5	5
4	1999	12	14
5	2000	23	25
6	2001	37	24
7	2002	30	25
8	2003	40	21
9	2004	39	18
10	2005	44	21
11	2006	40	27
12	2007	37	20
13	2008	45	24
14	2009	53	35
15	2010	82	39
16	2011	77	36
17	2012	54	22
18	2013	83	39
19	2014	90	59
20	2015	84	75
21	2016	141	102
22	2017	207	129

* Поиск статей в базе данных Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic> (дата обращения: 28.03.2018).

** Поиск статей в базе данных Web of Science Core Collection [Электронный ресурс]. URL: http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C6RgFNHLYgDeVSxvXgM&preferencesSaved= (дата обращения: 28.03.2018).

¹ Negroponte N. (Bits and Atoms. Wired magazine. 1995 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wired.com/1995/01/negroponte-30/> (дата обращения: 08.04.2018).

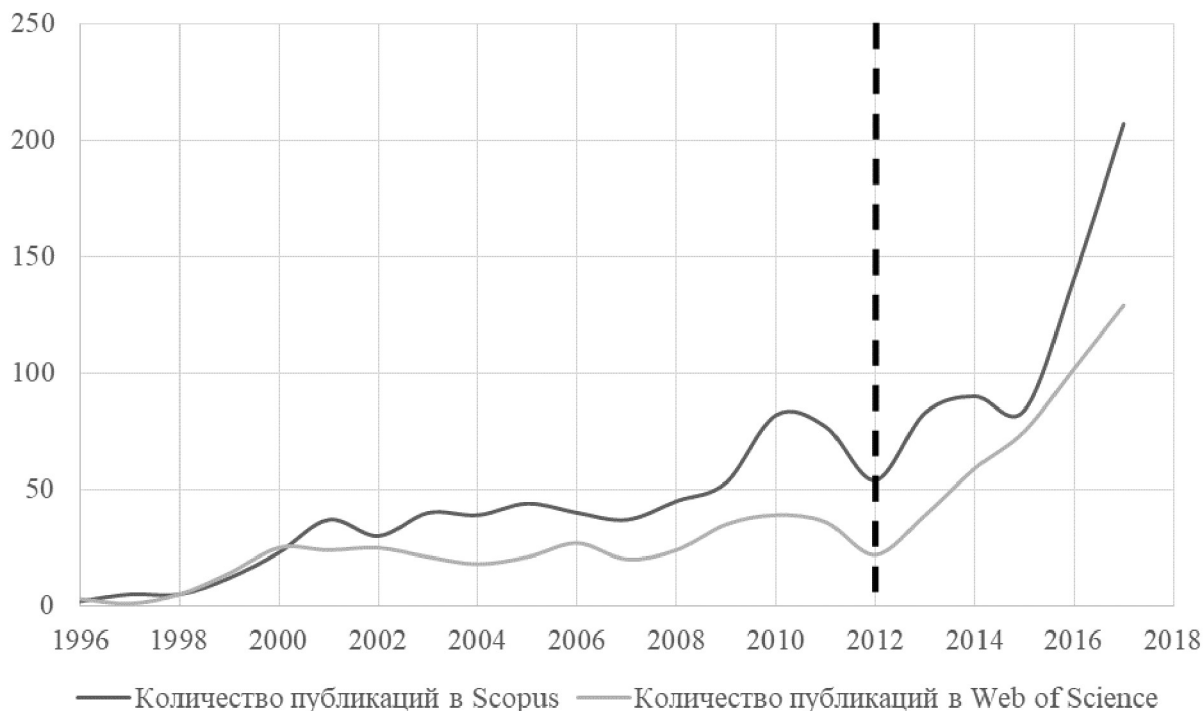


Рис. 1. Точка перегиба тренда количества публикаций в наукометрических базах данных, посвященных проблемам цифровой экономики

Analytics Web of Science) наблюдается существенный рост числа научных публикаций, посвященных данной проблематике, который в структурированном виде представлен в таблице.

Как показывают данные таблицы, в обеих наукометрических базах данных в последние два года наблюдается существенный рост научных исследований по сравнению с предыдущими периодами, который визуально представлен на рисунке 1.

Сетевые эффекты, с одной стороны, выражают специфические эффекты, возникающие в результате внедрения ИКТ, осуществления электронного бизнеса и взаимодействий в глобальных сетях, с другой стороны, способствуют росту общей производительности в экономике. Данные эффекты могут быть получены также в результате применения передовых методов осуществления гиперконкуренции, интеграции ИКТ-бизнеса, координации сетевыми взаимодействиями, опережающего программирования и управления экономическим поведением конкурентов и потребителей, с помощью гиперконкурентного креативного нейромаркетинга, менеджмента, логистики и др.

Возникающие новые энейросетевые эффекты требуют спецификации и классификации как новые объекты (элементы) интеллектуально-сетевой собственности, должны получить адекватную оценку и учитываться при расчете расширенного (с учетом интегрально-

сетевых благ и эффектов) ВВП. Это предполагает расширение традиционной системы национального счетоводства путем включения в нее новых интегративно-распределенных полифункциональных нейросетевых эффектов, а также необходимость скорректировать (увеличить) оценку ВВП на их величину (в частности, на величину оценки специфицируемых прав на новые нейросетевые объекты интеллектуальной собственности) [13, с. 90, 98–104].

В соответствии с последними исследованиями, сегодня цифровая экономика имеет капитализацию порядка трех триллионов долларов. Это около 30 % от S&P 500, в шесть раз превышающий годовой торговый дефицит США, или больше, чем валовой внутренний продукт Соединенного Королевства¹. При этом данная капитализация была сформирована за последние 20 лет (с момента запуска интернета). Большинство исследований признают, что рост цифровой экономики широко распространился на всю экономику².

¹ The New Digital Economy — How it will transform business, Oxford Economics [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oxfordeconomics.com/my-oxford/projects/232584> (дата обращения: 28.03.2018).

² Taking leadership in a digital economy, Deloitte Digital & Telstra [Электронный ресурс]. URL: <http://telstra.com.au/business-enterprise/download/document/business-telstra-deloitte-digital-taking-leadership-in-a-digital-economy.pdf> (дата обращения: 28.03.2018).

В ряде исследований были предприняты различные попытки категоризации размера воздействия на традиционные сектора. Например, в исследовании Boston Consulting Group рассмотрены «четыре волны перемен, которые охватывают потребительские товары и розничную торговлю» [14]. Telstra, ведущий австралийский поставщик телекоммуникационных услуг, указывает, что в условиях цифровой экономики конкуренция станет более глобальной и более интенсивной.

Учитывая широкое влияние факторов цифровой экономики, фирмы с традиционной экономической моделью [15, с. 153–156] активно оценивают, как реагировать на изменения, вызванные цифровой экономикой¹. Банки пытаются внедрять инновации и использовать цифровые инструменты для улучшения своего традиционного бизнеса². Правительства стран инвестируют в инфраструктуру³. Например, Австралийская национальная широкополосная сеть реализована правительством Австралии с целью обеспечить широкополосную доступную скорость передачи данных до 1 Гб / с до 93 % населения в течение десяти лет⁴, что говорит о заинтересованности правительства в обеспечении соответствия технологической инфраструктуры изменяющейся экономической парадигме [16, с. 1220].

В России развитие цифровой экономики определено на государственном уровне в соответствии с утвержденной правительством Российской Федерации в июле 2017 г. государственной программой «Цифровая экономика Российской Федерации» (распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р). Данный документ является определяющим для формирования целей и задач эффективного управления цифровой экономикой на всех уровнях государственной власти.

Одним из ключевых положений данного документа является достижение необходимого уровня оснащенности информационно-

телекоммуникационной инфраструктурой для обеспечения повышения эффективности управления региональным информационным пространством в условиях цифровой экономики. Проведенные авторами исследования [17, с. 359] показали, что данные вопросы особенно важны, так как от их решения зависит не только эффективность государственных органов управления, но и самосознание населения конкретного региона, его удовлетворенность качеством предоставления услуг, уровень поддержки действий органов власти.

Данные и методы

В исследовании [18, с. 105] было доказано, что в ходе конвергенции информационных пространств отраслей NBIC (НБИК: нано-, инфо-, био-, когни) возникает синергетический эффект от их взаимопроникновения, который можно рассчитать в количественном выражении по следующей формуле:

$$\Delta S = nk^4, \quad (1)$$

где k — число информационных систем в кластере; n — число кластеров.

Данный синергетический эффект имеет также экономическую составляющую, при этом значение экономического эффекта рассчитывается следующим образом:

$$nS = \sum_{i=1}^k \text{Serv}_i \times x_i, \quad (2)$$

где x_i — значение удельного веса сервиса в кластере информационного пространства; Serv_i — значение затрат на внедрение конкретного сервиса, в условиях ограниченного объема финансирования рассчитывается как отношение совокупного бюджета на информатизацию к суммарному объему реализованных сервисов.

В экономической литературе были рассмотрены синергетический и экономический эффекты конвергенции информационных пространств региона в условиях трансформаций экономической парадигмы и перехода к шестому технологическому укладу [19, с. 22]. Б. Кока и Т. Прескотт в своей работе обосновали положение, что включенность компании в сеть инновационного взаимодействия формирует драйверы стоимости компании, так как дает ей существенные преимущества в процессе наращивания ее стоимости, измеряемые тремя величинами: объемом информации, разнообразием информации и насыщенностью информации [20].

Следует отметить, что в условиях цифровой нейросетевой экономики при построении

¹ Welcome to Telefónica Digital [Электронный ресурс]. URL: <https://www.telefonica.com/en/web/public-policy/blog/article/-/blogs/345254> (дата обращения: 15.04.2018).

² North America Consumer Digital Banking Survey (2014), Retail banks to tackle “digital disruption” in 2013. ISBN 14-2706U/9-7391, 16 p.

³ Yeates C. Economy is better off with digital disruption // The Sydney Morning Herald. 2012. 17 Sept.

⁴ What is the NBN? NBN — National Broadband Network — Australia. NBN [Электронный ресурс]. URL: <https://www.telstra.com.au/broadband/nbn/what-is-the-nbn> (дата обращения: 15.04.2018).

технологической инфраструктуры необходимо учитывать объем, разнообразие и насыщенность информации, а также синергетические конвергентно-сетевые эффекты, что призвано обеспечить интеграцию и генерацию знаний, основанную на преобразовании в цифровую форму экономических потоков субъектов экономической деятельности.

Рассматривая генерацию знаний посредством информационных пространств, следует прибегнуть к классической модели оценки количества знаний посредством снижения уровня энтропии.

Основоположником теории информации является Клод Шеннон в который в 1948 г. ввел понятие «энтропия» как среднее «информационное содержание» в сообщении, измеренное в битах (двоичные цифры) [21, с. 379–423, 623–656]. При этом термин «информация» первоначально был введен Ральфом Хартли в его статье 1928 г. «Передача информации», где он рассматривал информацию в техническом смысле как измеримую величину, отражающую способность приемника распознавать последовательность символов, отправленных отправителем (без рассмотрения смысла или семантического содержания этих символов). Формула Хартли для информации [22, с. 535–563] является следующей:

$$I = \log S^n = n \log S, \quad (3)$$

где S — количество возможных символов; n — количество символов в передаче. Информация I измеряется десятичными значениями, также называемыми единицами Хартли.

Теория информации — это математическая теория, в основном связанная с кодированием и декодированием. Его первичными математическими инструментами являются теория вероятностей и статистика. Формула Шеннона для энтропии представлена в следующем виде:

$$H(X) = -\sum_{k=1}^n p_k \log_2 p_k, \quad (4)$$

где $p_k = p(x_k)$ — дискретные вероятности случайного процесса (сообщения) X с возможными значениями x_1, x_2, \dots, x_n , которые выражают вероятности передачи конкретного сообщения. $H(X)$ является мерой того, сколько информации содержится в переданном сообщении.

Классические исследования в области экономической информатики определяют знание как зарегистрированную и проверенную на практике обрабатываемую информацию, которая используется и может быть повторно использована для принятия решений. Знание —

это разновидность информации, хранящейся в базе знаний и отображающей знания специалиста в определенной предметной области. Знание — это интеллектуальный капитал [23, с. 208].

Модель

С учетом рассмотренных особенностей развития информационного пространства целесообразно разработать концептуальную модель конвергенции с использованием энтропийного подхода к управлению знаниями, обрабатываемыми в конвергируемых региональных информационных пространствах. В частности, рассматривая структуру информационного пространства исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга, опираясь на количество модулей в информационных системах на основании данных Реестра государственных информационных систем Санкт-Петербурга¹, можно выявить группы из кластеров информационных систем, обладающих сходными особенностями, формирующими синергетические эффекты от взаимодействия. Таким образом, с учетом применяемого энтропийного подхода и принимая во внимание (1) и (4), удельная энтропия кластера с учетом синергетического эффекта в процессе конвергенции будет рассчитываться следующим образом:

$$H(X)/\Delta S = -\sum_{k=1}^n p_k \log_2 p_k / nk^4. \quad (5)$$

Используя данную формулу, рассчитаем значения следующих показателей для кластеров информационных систем на примере следующих значений и диапазонов параметров:

- среднее число модулей в системе: 30;
- число систем в кластере: 1, ..., 24;
- число кластеров: 1, ..., 3.

В ходе трехмерного моделирования, результаты которого представлены на рисунке 2, была получена поверхность, характеризующая существенное снижение удельной энтропии кластера с учетом синергетического эффекта в процессе конвергенции. Данная модель характеризует изменения энтропии для кластеров информационных систем, обладающих наиболее характерными параметрами на основании Реестра государственных информационных систем Санкт-Петербурга с точки зрения количества модулей, общей типологии и функцио-

¹ Реестр государственных информационных систем Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr-gis.spb.ru/rgis/#main> (дата обращения: 23.04.2018).

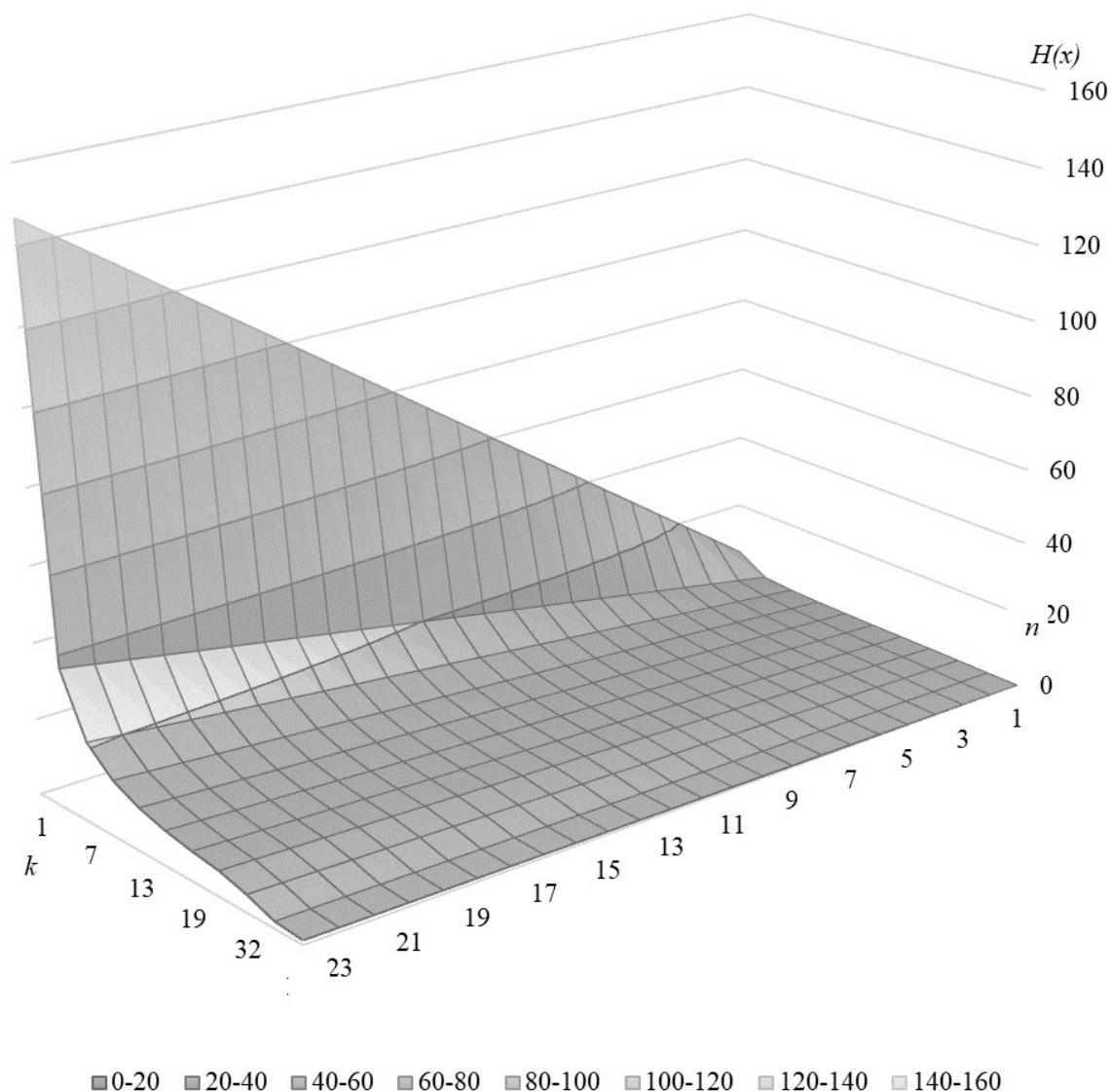


Рис. 2. Удельная энтропия кластеров регионального информационного пространства Санкт-Петербурга с учетом синергетических эффектов

нального назначения. Представленные значения охватывают диапазоны показателей, характеризующих реальные информационные системы региона, функционирующие в настоящий момент. Таким образом, можно сделать вывод, что полученная модель является релевантной и достоверной, а ее результаты позволяют получать представление о реальных особенностях структуры информационного пространства региона.

Полученная модель позволяет делать выводы о снижении удельной энтропии кластеров информационных систем в региональном информационном пространстве, а разработанная методологическая база позволяет применять данную модель для управления процессами конвергенции в ходе управления региональной информатизацией в условиях цифровой экономики.

Результаты

Можно сделать вывод о том, что возникающие в условиях цифровой экономики синергетические эффекты конвергенции влекут за собой снижение энтропии регионального информационного пространства. Указанные особенности могут быть количественно оценены при расчете энтропии в ходе рассмотрения представленных ниже особенностей полученной модели.

В частности, при увеличении числа систем в кластере энтропия возрастает, при этом ее рост является линейным, как это показано на рисунке 3:

При этом следует отметить, что в ходе конвергенции наблюдается не рост, а снижение энтропии, и ее характер является затухающим, как это видно на рисунке 4 (расчет произведен для 2 кластеров систем):

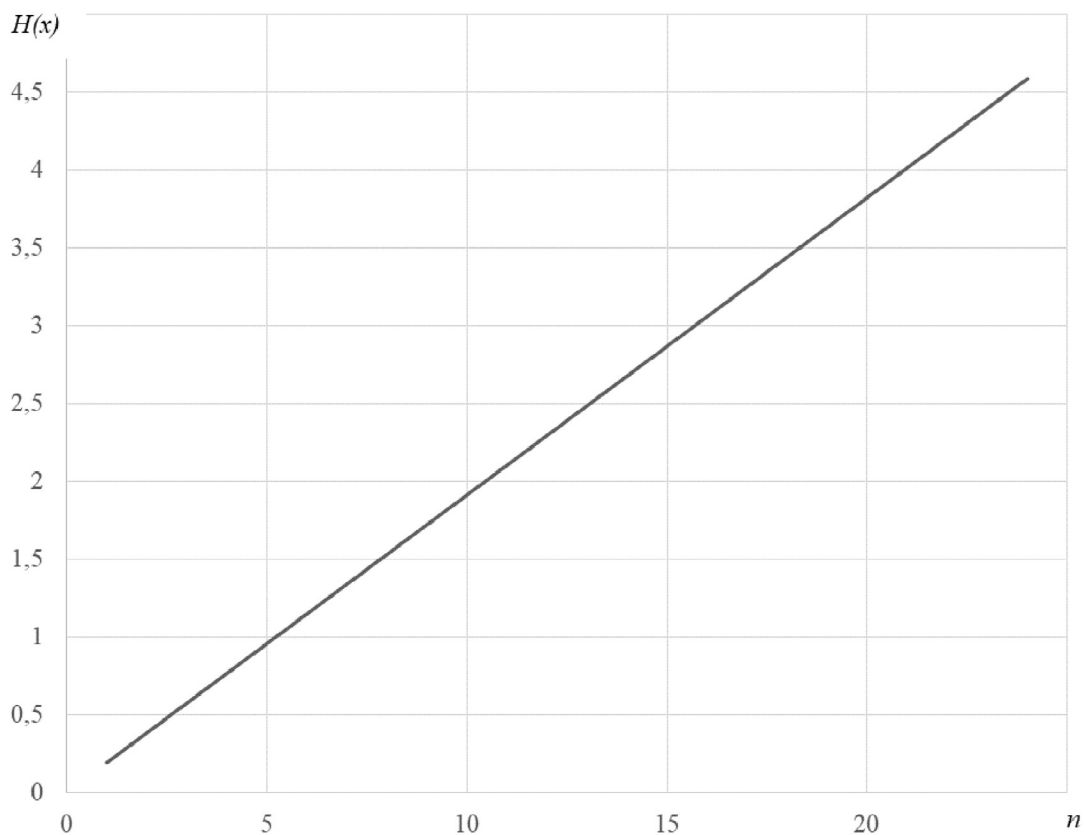


Рис. 3. Линейный рост энтропии в кластере с увеличением количества систем

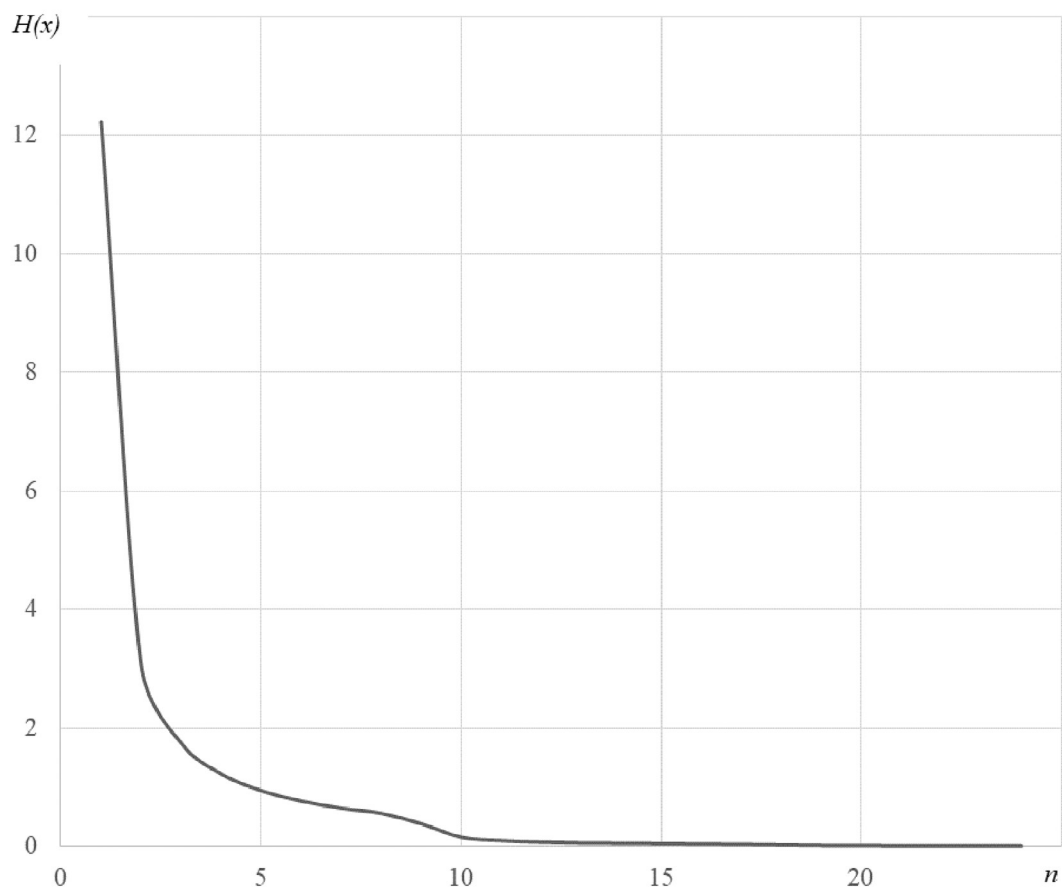


Рис. 4. Затухающее снижение энтропии в ходе конвергенции

Указанные особенности позволяют численно охарактеризовать выявленные эффекты конвергенции и оценить влияние происходящих структурных трансформаций экономической системы на информационное пространство региона с точки зрения повышения эффективности управления им. При этом выявленное снижение энтропии, возникающее в ходе данных процессов, позволяет говорить о повышении эффективности управления процессами региональной информатизации.

При этом с увеличением количества конвергируемых кластеров информационных пространств растет и снижение энтропии в них. Таким образом, чем большее количество информационных систем будет вовлечено в процессы конвергенции, возникающие в процессе перехода к цифровой экономике, тем более существенным будет снижение энтропии и, как следствие, повышение эффективности работы соответствующих структур отраслевой экономической системы.

Следует отметить необходимость участия органов управления региональной информатизацией в происходящих изменениях экономической системы и поддержке ими происходящих процессов на всех уровнях управления. Данные мероприятия необходимо производить на планомерной основе для повышения показателей развития региона на федеральном уровне, а в условиях цифровой экономики, когда границы между государствами становятся проницаемыми, — и в международном информационно-экономическом пространстве.

Таким образом, в современной цифровой нейросетевой экономике возникает целый класс совершенно новых нейросетевых (соционейроморфных) эффектов. В связи с этим возникает комплекс сложных актуальных проблем. Во-первых, возникает проблема определения, спецификации, оценки и учета разнообразных нейросетевых эффектов и учета их в структуре расширенного ВВП, что требует разработки новых методологических и методических подходов. Во-вторых, требуется разработка теории и методики определения синергетического эффекта от конвергенции локальных, региональных и национальных информационных пространств в комплексное информационное пространство глобальной цифровой нейросетевой экономики.

В процессе разработки методов интегральной оценки и измерения разнообразных сетевых эффектов и сетевых выгод, возникающих в сложной информационной системе сетевого

типа, нужно оценивать и учитывать следующие составляющие:

- количество элементов, количество информации, насыщенность информации и количество связей;
- характер и способ связей в сети;
- уровень, тип, структурно-функциональную организацию (архитектуру) сетей;
- качество и меру внутренних информационных связей между элементами и их функциями внутри системы;
- целевую доминанту развития самой этой системы;
- энтропийно-синергийный баланс данной системы.

Аналогично, степень задействования или незадействования указанных атрибутов может быть исследована с помощью нейросетевого подхода. Использование междисциплинарного подхода в данном контексте представляется наиболее эффективным [24, с. 430].

В современной цифровой экономике количество и качество информационных услуг растут, снижаются затраты на подключение к сети и пользование ею. Чем больше пользователей и связей в сети, тем больше сетевых синергетических эффектов она производит и тем выше ее интегральная ценность.

Таким образом, в результате конвергенции национальных, региональных, локальных информационных пространств, платформ и сегментов глобальной цифровой нейросети (нейронет) возникает совершенно новый класс синергетических эффектов.

Заключение

Проведенное исследование показало, что происходящие в настоящее время в экономической системе изменения оказывают влияние на структурные трансформации целых отраслей, к которым относится и отрасль региональной информатизации. В предыдущих исследованиях было доказано, что в ходе изменения отраслевой экономической парадигмы и перехода к цифровой экономике возникает конвергенция на технологическом уровне, которая влечет за собой проявления синергетических эффектов. Настоящее исследование, опираясь на фундамент ранее выявленных закономерностей, теории информации и общемировой опыт, выявило снижение уровня энтропии кластеров регионального информационного пространства Санкт-Петербурга с учетом возникающих синергетических эффектов в ходе конвергенции в условиях цифровой экономики. В ходе

исследования представлена модель, позволяющая рационализировать систему управления информационным пространством с точки зрения оптимизации методов управления им и количественно оценить достигаемые синергетические эффекты.

Данное исследование имеет практическую значимость для разработки управленческих алгоритмов и принятия эффективных управленческих решений в условиях масштабной цифровизации и сетизации региональных управленческих структур.

Дальнейшие перспективы проведенного исследования будут связаны с универсализацией и масштабированием разработанной и предложенной модели с точки зрения формирования интегративно-распределенной социальной морфной экономической структуры и управления региональным информационным пространством с учетом трансформационного перехода российской и мировой экономики в цифровой нейросетевой формат и получением разнообразных нейросетевых синергетических эффектов.

Благодарность

Статья подготовлена в рамках научно-исследовательской работы, выполненной при грантовой поддержке Санкт-Петербургского государственного экономического университета.

Список источников

1. Lieberman M. D. Social cognitive neuroscience: a review of core processes // *Annu. Rev. Psychol.* — 2007. — № 58. — P. 259–289. — doi 10.1146/annurev.psych.58.110405.085654.
2. Varma S., McCandliss B. D., Schwartz D. L. Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience // *Educ. Res.* — 2008 — № 37. — P. 140–152. — doi 10.3102/0013189X08317687.
3. Glimcher P. W., Rustichini A. Neuroeconomics: the consilience of brain and decision // *Science.* — 2004. — № 306. — P. 447–452.
4. Ключарев В. А., Шмидс А., Шестакова А. Н. Нейроэкономика. Нейробиология принятия решений // *Экспериментальная психология.* 2011. — № 2. — С. 14–35.
5. Романовский А. В., Шокин Я. В. Нейроэкономика и ее интеграция в экономическую науку // *Экономические науки.* — 2010. — № 70. — С. 42–44.
6. Солодов А. К. Системная нейроэкономика. Опыт построения модели национальной экономической системы и обеспечивающей ее подсистемы финансового менеджмента. Модель социального рынка. — М.: Издание Александра К. Солодова, 2015. — 164 с.
7. Tapscott D. *The Digital Economy: Promise and Peril In The Age of Networked Intelligence*, McGraw-Hill, 1997. — 368 p. — P. 1–37. — ISBN 0–07–063342–8.
8. Mesenbourg T. L. Measuring the Digital Economy. U.S. Bureau of the Census [Электронный ресурс]. URL: <http://www.census.gov/content/dam/Census/library/working-papers/2001/econ/digitalecon.pdf> (дата обращения: 03.04.2018).
9. Fournier L. Merchant Sharing. Cornell University Library arXiv:1405.2051 [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/1405.2051> (дата обращения: 18.04.2018).
10. Вайбер Р. Эмпирические законы сетевой экономики // *Проблемы теории и практики управления.* — 2003. — № 4. — С. 86–91.
11. Вэриан Х. Р. Экономическая теория информационных технологий // *Социально-экономические проблемы информационного общества / Под ред. Л. Г. Мельника.* — Сумы: ИТД «Университетская книга», 2005. — 430 с. — С. 265, 226.
12. Knool S. Cross-Business Synergies: A Typology of Cross-business Synergies and a Mid-range Theory of Continuous Growth Synergy Realization. — Wiesbaden, 2008. — 388 p.
13. Дятлов С. А. Энейро-сетевая гиперконкурентная экономика. — СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. — 133 с.
14. Bellaïche J.-M., Chassaing T., Kapadia S. Digital's Disruption of Consumer Goods and Retail. The Boston Consulting Group [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bcg.com/publications/2012/retail-consumer-products-digital-disruption.aspx> (дата обращения: 18.04.2018).
15. Bughin J., Manyika J. Internet matters: Essays in digital transformation. McKinsey & Company. New Media Australia, 2013. — 236 p.
16. Карлик А. Е., Платонов В. В. Межотраслевые территориальные инновационные сети // *Экономика региона.* — 2016. — № 12 (4). — С. 1218–1232. — doi: 10.17059/2016–4–22.
17. Dyatlov S. A., Lobanov O. S. NBIC Convergence as a Stage of Transition of Saint-Petersburg's E-Government Information Space to the Sixth Techno-Economic Paradigm // *Communications in Computer and Information Science.* — 2017. — № 745. — P. 347–361. — doi: 10.1007/978–3–319–69784–0_30.
18. Dyatlov S. A., Lobanov O. S., Selischeva T. A. Information space convergence as a new stage of e-governance development in Eurasian economic space // *ACM International Conference Proceeding Series.* — 2017. — Part F130282. — P. 99–106. — doi: 10.1145/3129757.3129775.

19. Ковальчук М. В. Конвергенция наук и технологий — прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. — 2011. — № 6 (1–2). — С. 13–23.
20. Koka B., Prescott J. Strategic Alliances as Social Capital: A Multidimensional View // Strategic Management Journal. — 2002. — No 23(9). — P. 795–816.
21. Shannon C. A mathematical theory of communication // Bell System Tech. J. — 1948. — No 27. — P. 379–423.
22. Hartley R. V. L. Transmission of Information // Bell Syst. Tech. J. — 1928. — No 7. — P. 535–563.
23. Гаврилова Т., Хорошевский В. Базы знаний интеллектуальных систем : учебник для вузов. — СПб. : Питер, 2000. — 384 с. — ISBN 5–94723–449–1.
24. Plassmann H., Venkatraman V., Huettel S., Yoon C. Consumer neuroscience: applications, challenges, and possible solutions // J. Mark. Res. — 2015. — No 52. — P. 427–435. — doi: 10.1509/jmr.14.0048.

Информация об авторах

Дятлов Сергей Алексеевич — доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный экономический университет; Scopus Author ID: 56755378700; ORCID: orcid.org/0000–0001–7724–6373 (Российская Федерация, 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21, 3027; e-mail: oetdsa@yandex.ru).

Лобанов Олег Сергеевич — кандидат экономических наук, докторант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет; Scopus Author ID: 56808351700; ORCID: 0000–0002–0878–2380; Researcher ID: B-7890–2014 (Российская Федерация, 191023, г. Санкт-Петербург, Садовая, 21; e-mail: thelobanoff@gmail.com).

Чжоу Вейди — доктор экономических наук, профессор, заместитель директора, Институт экономики и деловой администрации Педагогического университета Центрального Китая (Китай, 430080, Ухань, Луою, 152, 1; e-mail: weidizhou@yandex.ru).

For citation: Dytlov, S. A., Lobanov, O. S. & Zhou, W. (2018). The Management of Regional Information Space in the Conditions of Digital Economy. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 14(4), 1194–1206

S. A. Dyatlov^{a)}, O. S. Lobanov^{a)}, W. B. Zhou^{b)}

^{a)} Saint-Petersburg State University of Economics (Saint-Petersburg, Russian Federation; e-mail: oetdsa@yandex.ru)

^{b)} School of Economics & Business Administration, Central China Normal University (Wuhan, People's Republic of China)

The Management of Regional Information Space in the Conditions of Digital Economy

The article suggests an original uniquely designed model based on the entropic approach and the method determining the synergizing effect from the convergence of information spaces in the context of the digital economy. The model includes a 3D-modeling-built surface characterizing the reduction of the entropy of information systems clusters in the regional information space, which occurs in the process of network convergence. This model defines the entropy changes for the information systems clusters with the most typical parameters based on “The State Information System Registry of St. Petersburg” in terms of the number of modules, general typology, and functional purpose. Moreover, the model considers ranges of specific indicators characterizing the real regional information systems of St. Petersburg. We have concluded that the synergetic effects of convergence in the context of the digital economy lead to a reduction in the regional information space entropy. We have discovered that the increasing number of the converged clusters of information spaces leads to a stable entropy decrease in them. These features allow numerically describing the discovered convergence effects and estimating the effect of digital structural transformations of the economic system on the information space of a region in terms of its management efficiency. We have concluded that increasing the number of information systems involved in the digital convergence processes causes a more considerable entropy reduction and, consequently, a more significant increase in the effectiveness of regional system management. The research has revealed a relevant area of cross-disciplinary research, which consists in the emergence of a whole class of new neural network in the modern digital neural network economy. This research is of practical significance in developing new management algorithms and making effective managerial decisions in the conditions of large-scale digitalization and networking of regional and national management.

Keywords: digital economy, technological revolution, neural network, management, entropy approach, regional information spaces, network convergence, neural network effects, infrastructure, informatization

Acknowledgements

The study has been developed within the framework of research projects implementation funded by the Saint-Petersburg State University of Economics.

References

- Lieberman, M. D. (2007). Social cognitive neuroscience: a review of core processes. *Annu. Rev. Psychol.*, 58, 259–289. doi 10.1146/annurev.psych.58.110405.085654.
- Varma, S., McCandliss, B. D. & Schwartz, D. L. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educ. Res.*, 37, 140–152. doi 10.3102/0013189X08317687.
- Glimcher, P. W. & Rustichini, A. (2004). Neuroeconomics: the consilience of brain and decision. *Science*, 306, 447–452.

4. Klyucharev, V. A., Shmids, A. & Shestakova, A. N. (2011). Neyroekonomika. Neyrobiologiya prinyatiya resheniy [Neuroeconomics: the neurobiology of decision-making] *Ekspierimentalnaya psikhologiya [Experimental Psychology]*, 2, 14-35. (In Russ.)
5. Romanovskiy, A. V. & Shokin, Ya. V. (2010). Neyroekonomika i eyo integratsiya v ekonomicheskuyu nauku [Neuroeconomics and its integration into economic science]. *Ekonomicheskie nauki [Economic sciences]*, 70, 42-44. (In Russ.)
6. Solodov, A. K. (2015). *Sistemnaya neyroekonomika. Opyt postroeniya modeli natsionalnoy ekonomicheskoy sistemy i obespechivayushchey eyo podsystemy finansovogo menedzhmenta. Model sotsialnogo rynka [System Neuroeconomics: the experience of building a model of the national economic system and the financial management subsystem providing it (a model of the social market)]*. Moscow, 164. (In Russ.)
7. Tapscott, D. (1997). *The Digital Economy: Promise and Peril In The Age of Networked Intelligence*. McGraw-Hill, 368; 1-37. ISBN 0-07-063342-8.
8. Mesenbourg, T. L. *Measuring the Digital Economy*. U.S. Bureau of the Census. Retrieved from: <http://www.census.gov/content/dam/Census/library/working-papers/2001/econ/digitalecon.pdf> (date of access: 03.04.2018).
9. Fournier, L. *Merchant Sharing*. Cornell University Library arXiv:1405.2051. Retrieved from: <https://arxiv.org/pdf/1405.2051> (date of access: 18.04.2018).
10. Vayber, R. (2003). Empiricheskie zakony setevoy ekonomiki [Empirical laws of the network economy]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya [Theoretical and Practical Aspects of Management]*, 4, 86-91. (In Russ.)
11. Varian, H. R. (2005). *Ekonomicheskaya teoriya informatsionnykh tekhnologiy. Sotsialno-ekonomicheskie problemy informatsionnogo obshchestva [Economic theory of information technologies: Social and economic problems of the information society]*. In: L. G. Melnik (Ed.). Sumy: ITD "Universitetskaya kniga" Publ., 430; 265, 226. (In Russ.)
12. Knool, S. (2008). *Cross-Business Synergies: A Typology of Cross-business Synergies and a Mid-range Theory of Continuous Growth Synergy Realization*. Wiesbaden, 388.
13. Dyatlov, S. A. (2017). *Eneyro-setevaya giperkonkurentnaya ekonomika. Monografiya [E-neural-network hypercompetitive economy]*. St. Petersburg: SPbGEU Publ., 133. (In Russ.)
14. Bellaïche, J.-M., Chassaing, T. & Kapadia, S. *Digital's Disruption of Consumer Goods and Retail*. The Boston Consulting Group. Retrieved from: <https://www.bcg.com/publications/2012/retail-consumer-products-digital-disruption.aspx> (date of access: 18.04.2018).
15. Bughin, J. & Manyika, J. (2013). *Internet matters: Essays in digital transformation*. McKinsey & Company. New Media Australia, 236.
16. Karlik, A. E. & Platonov, V. V. (2016). Mezhotraslevyye territorialnyye innovatsionnye seti [Cross-Industry Spatially Localized Innovation Networks]. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 12(4), 1218-1232. doi: 10.17059/2016-4-22. (In Russ.)
17. Dyatlov, S. A. & Lobanov, O. S. (2017). NBIC Convergence as a Stage of Transition of Saint-Petersburg's E-Government Information Space to the Sixth Techno-Economic Paradigm. *Communications in Computer and Information Science*, 745, 347-361. doi: 10.1007/978-3-319-69784-0_30.
18. Dyatlov, S. A., Lobanov, O. S. & Selischeva, T. A. (2017). Information space convergence as a new stage of e-governance development in Eurasian economic space. *ACM International Conference Proceeding Series, Part F130282*, 99-106. doi: 10.1145/3129757.3129775.
19. Kovalchuk, M. V. (2011). Konvergentsiya nauk i tekhnologiy – proryv v budushcheye [Convergence of sciences and technologies – breakthrough to the future]. *Rossiyskie nanotekhnologii [Nanotechnologies in Russia]*, 6(1-2), 13–23. (In Russ.)
20. Koka, B. & Prescott, J. (2002). Strategic Alliances as Social Capital: A Multidimensional View. *Strategic Management Journal*, 23(9), 795–816.
21. Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Tech. J.*, 27, 379–423.
22. Hartley, R. V. L. (1928). Transmission of Information. *Bell Syst. Tech. J.*, 7, 535–563.
23. Gavrilova, T. & Khoroshevsky, V. (2000). *Bazy znaniy intellektual'nykh sistem: Uchebnik dlya vuzov [Knowledge bases in intellectual systems: Textbook for high schools]*. St. Petersburg: Piter Publ., 384. ISBN 5-94723-449-1. (In Russ.)
24. Plassmann, H., Venkatraman, V., Huettel, S. & Yoon, C. (2015). Consumer neuroscience: applications, challenges, and possible solutions. *J. Mark. Res.*, 52, 427–435. doi: 10.1509/jmr.14.0048.

Authors

Sergey Alexeevich Dyatlov — Doctor of Economics, Professor, Saint-Petersburg State University of Economics; Scopus Author ID: 56755378700; ORCID: orcid.org/0000-0001-7724-6373 (21, Sadovaya St., Saint Petersburg, 191023, Russian Federation; e-mail: oetdsa@yandex.ru).

Oleg Sergeevich Lobanov — PhD in Economics, Saint-Petersburg State University of Economics; Scopus Author ID: 56808351700; ORCID: 0000-0002-0878-2380; Researcher ID: B-7890-2014 (21, Sadovaya St., Saint Petersburg, 191023, Russian Federation; e-mail: thelobanoff@gmail.com).

Weidi Zhou — Doctor of Economics, Professor, Vice Dean, School of Economics & Business Administration, Central China Normal University (1, 152, Luoyu Ave., Wuhan, 430080, People's Republic of China; e-mail: weidizhou@yandex.ru).