

УДК 338.43:004  
doi:10.35853/vestnik.gu.2024.12-1.02  
5.2.3

## **Цифровая эпоха: вызовы и возможности для моделирования продуктовых рынков**

**Николай Михайлович Светлов**

ФГБУН Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия,  
nikolai.svetlov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6906-6129>

**Аннотация.** На основе сопоставления и систематизации аргументов, содержащихся в ранее опубликованных исследованиях в сочетании с методом включённого наблюдения при разработке и эксплуатации цифрового аналога системы оптовых рынков сельскохозяйственной продукции субъектов Российской Федерации (модели ВИАПИ) теоретические представления о предпосылках положительной отдачи от цифровых технологий дополнены положением о приоритете адаптации методов обработки данных к уже существующим информационным ресурсам над накоплением значительных объемов данных, ранее не требовавшихся. Создание в короткие сроки модели ВИАПИ и ее эксплуатация, в ходе которой получен ряд ранее опубликованных ценных научных результатов, кратко освещенных в данной статье, – пример успешного практического применения этого положения. Выработаны дополнительные аргументы в пользу следующих научных положений: будущее развитие цифровых технологий не гарантирует преобладания положительных эффектов над отрицательными; цифровизация не устраняет информационную асимметрию; институты экспертизы инвестиционных проектов требуют модернизации для предупреждения неудач проектов, основанных на цифровых технологиях; адаптация методов обработки данных к существующим информационным ресурсам – перспективный путь повышения отдачи от цифровых технологий; создание цифровых аналогов продуктовых рынков возможно на базе ныне существующих информационных ресурсов при условии применения подходящих архитектур числовых экономико-математических моделей. На основании опыта, приобретенного при работе с моделью ВИАПИ, сформулирован ряд принципов, направленных на улучшение шансов цифровых проектов на успех.

**Ключевые слова:** цифровизация, информационные ресурсы, инвестиционные проекты, экстерналии, информационная асимметрия, сетевые эффекты, цифровые аналоги, модель ВИАПИ

**Для цитирования:** Светлов Н. М. Цифровая эпоха: вызовы и возможности для моделирования продуктовых рынков // Вестник Гуманитарного университета. 2024. Т. 12, № 1. С. 23–34. DOI 10.35853/vestnik.gu.2024.12-1.02.

## **The Digital Era: Challenges and Opportunities of Product Market Modelling**

**Nikolay M. Svetlov**

Central Economics and Mathematics Institute, RAS (Moscow, Russia),  
nikolai.svetlov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6906-6129>

**Abstract.** Based on the comparison and systematization of arguments contained in previously published studies in combination with the method of participant observation in the development and operation of a digital analogue of the system of wholesale markets for agricultural products

of the constituent entities of the Russian Federation (VIAPI model), the theoretical concept of the prerequisites for the positive outcome of digital technologies is supplemented with a provision on the priority of adapting data processing methods to existing information resources over accumulating bulk new data that were not previously demanded. The creation of the VIAPI model in a short period of time and its operation, which produced a number of previously published valuable scientific results briefly discussed in this article, is an example of the successful practical application of this provision. Additional arguments have been developed in favor of the following scientific provisions: the future development of digital technologies does not guarantee the predominance of positive effects over negative ones; digitalization does not eliminate information asymmetry; institutions for appraisal of investment projects require modernization to prevent failures of projects based on digital technologies; adapting data processing methods to existing information resources is a promising way to increase the positive impact of digital technologies; the creation of digital analogues of product markets is possible on the basis of currently existing information resources, subject to the use of suitable architectures of numerical economic and mathematical models. Based on the experience gained while working with the VIAPI model, a number of principles have been formulated aimed at improving the chances of digital projects to succeed.

**Keywords:** digitalization, information resources, investment projects, externalities, information asymmetry, network effects, digital analogues, VIAPI model

**For citation:** Svetlov NM. The Digital Era: Challenges and Opportunities of Product Market Modelling. *Vestnik Gumanitarnogo universiteta = Bulletin of Liberal Arts University*. 2024;12(1):23–34. (In Russ.) DOI:10.35853/vestnik.gu.2024.12-1.02.

## **Введение**

Известны многочисленные примеры как положительных, так и отрицательных эффектов цифровой экономики. В статье [Zhang, Song, Ilyas 2023] на основании обзора литературы, сделанного авторами, перечисляются и те и другие. Положительные эффекты содействуют экономическому росту, улучшая условия эксплуатации эффектов масштаба и охвата, согласования спроса и предложения (см. также [Wang, Chen 2023; Xiao, Abula 2023]), устранения информационной асимметрии, повышения эффективности использования ресурсов, совершенствования институтов. Отрицательные эффекты выражаются в сокращении ряда сфер занятости (заметим, что это свойственно всем без исключения достижениям научно-технического прогресса) при одновременном росте трудовой нагрузки через размывание границ рабочего времени и рабочего места; росте энергопотребления и связанного с ним ущерба окружающей среде (см. также [Chamanara, Ghaffarizadeh, Madani 2023]). Перечень отрицательных эффектов следует дополнить искажением рынков из-за отрицательных внешних эффектов проектов цифровизации [Светлов. Недооценка информационных издержек ... 2021], в том числе приводящих к неэффективным равновесиям по Нэшу [Светлов. Темная сторона силы ... 2021]; формированием благоприятных условий для преступности и терроризма [Сидоренко 2019; Гребенкина 2023], распространения фейковых новостей [Зайцев 2022].

Главная цель данной статьи – дополнить существующие теоретические представления о предпосылках роста положительных эффектов цифровых технологий положением о приоритете проектов максимальной адаптации методов обработки данных к уже существующим информационным ресурсам над проектами, предполагающими сбор значительных объемов данных, которые ранее не собирались, в том числе для оценивания параметров, не поддающихся прямому наблюдению; ознакомить читателей с историей успеха такого подхода, связанной с разработкой и эксплуатацией модели ВИАПИ – цифрового аналога системы рынков сельскохозяйственной продукции России. Еще одна цель – насколько это возможно, привлечь дополнительное внимание к ряду публикаций других авторов, в которых речь идет о тех вызовах и возможностях, которые ныне, как мне представляется, недооценены.

К научной новизне проведенного исследования относятся новые аргументы в пользу пяти тезисов, изложенных в разделе «Результаты», основанные на сопоставлении ра-

нее опубликованных результатов, которые способны служить аргументами в поддержку или против этих тезисов, с личным опытом автора в области разработки методов обработки микроэкономических данных, используемых в приложениях для сценарного анализа влияния внешних воздействий на товарные рынки.

### Методика

Цели исследования достигаются путем сопоставления и систематизации аргументов, содержащихся в ранее опубликованных исследованиях. Использован также метод включенного наблюдения: автор статьи имеет большой опыт непосредственного участия в развитии теоретических основ и разработке методических подходов к созданию архитектур числовых экономико-математических моделей, предназначенных для решения широкого круга прикладных задач в сельском хозяйстве и АПК. Отстаиваемые в статье тезисы обязаны своим формулировкам именно этому опыту.

### Результаты

Результаты исследования сформулированы в виде пяти тезисов, каждый из которых находит подтверждение в ранее проведенных исследованиях.

Тезис 1. *Накопленный человечеством опыт обладания цифровыми технологиями не гарантирует, что по мере их дальнейшего развития баланс положительных и отрицательных эффектов цифровизации останется положительным.*

В границах актуальной эмпирики доводы *против* этого тезиса выглядят достаточно весомыми: в условиях прогрессирующей цифровизации капиталообразование по всей планете продолжается, и Россия не исключение [Мицек С. А., Мицек Е. Б. 2023, с. 21]. Происходящее при этом сокращение доли, приходящейся на индустриальный капитал, не сопровождается прогрессирующим нарастанием нехватки жизненно необходимой продукции. Хорошо известно, что в крупных масштабах и при достаточной длительности проектного цикла проекты цифровизации содействуют сокращению транзакционных издержек. Это подтверждается позитивным опытом клиентов банков, пользователей пассажирского транспорта, получателей госуслуг и др. Как показано в статье [Светлов. Цифровая трансформация ... 2023], при помощи компьютерных экспериментов на агент-ориентированной модели, этот эффект тем больше, чем больше численность агентов, действующих на заданном рынке. Еще важнее то, что с ростом численности агентов не только возрастает совокупный эффект, но и падает доля агентов, доход которых в условиях цифровизации оказывается меньше, чем без нее.

Обратимся теперь к доводам, *поддерживающим* рассматриваемый тезис. Наблюдая высокие темпы капиталообразования, свойственные наступившей цифровой эпохе, следует делать поправку на объективные причины неустойчивости цен в высокопродуктивных экономиках [Светлов, Гатаулин 2012, с. 162–163], под влиянием которых стоимостная оценка отдельных элементов капитала может резко снизиться по отношению к некапитальным активам, как это уже случалось в 2000 и 2008 гг.<sup>1</sup> В статье [Sternik, Safronova 2021] показано, что цифровые активы вносят существенный вклад в перегрев рынка недвижимости и тем самым создают предпосылки нового масштабного кризиса, сопоставимого по масштабу потерь с кризисом 2006–2008 гг.

В статье [Chen 2023] выявлен эффект ослабления инноваций в сфере возобновляемых источников энергии, обусловленный цифровизацией. При этом в статье не указаны какие-либо специфические черты данной сферы, с которыми связан данный эффект, – следовательно, можно предположить его наличие и в других сферах и видах экономической деятельности. В самом деле, не просматривается признаков того, что цифровизация способна содействовать разрешению хотя бы одного из кризисов привлекательности науки как сферы трудоустройства, перечисленных в статье [Светлов 2019]. Напротив, она, скорее, углубляет их, содействуя опережающему росту заработных плат

<sup>1</sup> Речь идет прежде всего о «финансовых пузырях» [Дементьев 2011] (включая в их число некоторые криптовалюты и ряд других цифровых активов), но отнюдь не только о них.

вне сферы науки, тем самым сужая темпы фундаментальных исследований, а значит, и создаваемую ими базу инноваций, что ставит под угрозу устойчивость экономического роста. [Ganichev, Koshovets 2019] отмечают различия между моделями развития цифровой экономики в развитых и развивающихся странах, затрудняющие обретение последними технологического суверенитета. Присуще ли это свойство цифровым технологиям, как таковым, или это является следствием особенностей их применения в сложившейся геополитической ситуации – на этот вопрос ответит дальнейший ход истории.

Эти негативные явления, взятые порознь, не выглядят звеньями единой цепи и не представляются непреодолимыми; однако в свете теоретически предсказываемого роста информационных издержек по мере дальнейшей цифровизации экономики [Светлов. Недооценка информационных издержек ... 2021] и провала институтов анализа проектов в приложении к цифровым технологиям [Там же] они представляются следствием одного и того же комплекса причин, вызывающего серьезную озабоченность.

*Тезис 2. Цифровые технологии не устраняют информационную асимметрию. Напротив, есть основания полагать, что она нарастает.*

Доводом в пользу этого тезиса служит позиция, высказанная в статье [Sturgeon 2021, п. 3.4]. Она перекликается со статьей [Светлов. Темная сторона силы ... 2021] признанием факта нарастающего цифрового неравенства и осознанием острой потребности в адекватных этой ситуации формальных институтах [Эпштейн. Научные основы ... 2023], а также приходит к выводу, что *неизбежность* информационной асимметрии необходимо принимать во внимание при цифровой трансформации АПК.

Инструменты, потенциально способные обеспечить эффективность рынков с высоким уровнем информационной асимметрии, существуют (см., например, статьи [Козырев 2020], где речь идет о возможности использования в этом качестве реальных put-опционов, и [Smolin 2019], где предложена обобщенная формализация подобных инструментов). Однако такие подходы предполагают наличие у обеих сторон воли к контрактному взаимодействию, основанной на оправданном ожидании выгоды. Ситуации, в которых это условие не выполняется или трудновыполнимо, требуют дополнительного исследования; а пока такое исследование еще впереди, они образуют пространство, в котором пока не найдены контраргументы к озабоченности, высказанной автором [Sturgeon 2021].

*Тезис 3. Существующие институты экспертизы и одобрения инвестиционных проектов перестают работать в применении к цифровым технологиям. Они нуждаются в перестройке, которая воспрепятствует осуществлению проектов, положительное влияние которых на совокупное общественное благосостояние не доказано.*

Изучая распространение цифровых технологий в АПК [Эпштейн. О развитии ... 2023], автор отмечает, что в литературе, посвященной данной проблеме, часты неоправданно оптимистические оценки влияния цифровизации на производительность труда и на экономическую эффективность. Разовьем эту мысль: эффект цифровизации не может превзойти имеющиеся резервы повышения эффективности, которые различны в разных странах, отраслях, на разных предприятиях. Хуже того: размер этих резервов обычно неизвестен, что затрудняет оценку отдачи от инвестиций в цифровые технологии. В связи с этим принцип пессимизма при оценке вложений в цифровизацию имеет большее значение, чем применительно к какому-либо иному объекту капитальных вложений.

Второй причиной, по которой традиционные подходы к анализу проектов неотвратимо приводят к ошибочным оценкам цифровых проектов, являются экстерналии, зачастую составляющие преобладающую часть влияния таких проектов на совокупное общественное благосостояние [Светлов. Темная сторона ... 2021; Светлов. Недооценка информационных издержек ... 2021]. Особо следует выделить такой частный случай

экстерналий, как свойственные очень многим цифровым проектам сетевые эффекты [Дементьев, Евсюков, Устюжанина 2020], зависящие от предстоящей динамики размера сети, предсказание которой сопряжено с очень высокой неопределенностью. Кроме прочего, сетевой эффект зависит от соотношения долей потребителей продукции, учитывающих при принятии решений об участии в сети только текущую полезность или же пытающихся оценить интегральную с учетом прогноза на будущее [Светлов, Дементьев 2021].

Третья причина – возрастающая отдача от масштаба, свойственная цифровым проектам, по крайней мере, на некоторых фазах их жизненного цикла [Козырев 2023], предлагает ряд институциональных новаций, способных содействовать преодолению проблем, связанных с этим свойством.

*Тезис 4. Адаптация методов обработки данных к информационным ресурсам, создаваемым независимо от данного цифрового проекта, – более перспективный путь повышения отдачи от цифровых технологий в сравнении с попытками формировать информационные ресурсы ad hoc.*

Примером метода обработки данных, который не нашел широкого применения из-за отсутствия той эмпирической базы, на которую он рассчитан, могут служить стохастические двухэтапные модели оптимального планирования [Кардаш 1981; Coping with Risk in Agriculture ... 2015, p. 169–174]. Такое положение сложилось вопреки тому, что с ними, в частности, связывались большие надежды на повышение уровня и качества управления рисками сельскохозяйственного производства. Определенные перспективы изменения ситуации наметились лишь после модернизации этого подхода с использованием непараметрического подхода [Применение математических методов ... 2020, гл. 10].

И напротив, массивы данных, формируемые в соответствии с требованиями закона или практики, могут оставаться без движения либо использоваться неэффективно, пока не созданы адекватные инструментальные методы ее обработки. Зачастую такие методы могут быть основаны на известных научных результатах, которые, однако, не получили надлежащего распространения через систему подготовки кадров и остаются неизвестными как широким кругам заказчиков инструментальных решений, так и их разработчикам. Пример – задачи о распределении сетевых эффектов [Козырев 2021, п. 4], практическое значение которых не вызывает сомнений.

*Тезис 5. Существуют возможности создания цифровых аналогов продуктовых рынков на основе ныне существующих информационных ресурсов и новых архитектур числовых экономико-математических моделей.*

Данный тезис обоснуем на примере рынков сельскохозяйственной продукции, с моделированием которых связана значительная часть исследовательского опыта автора.

De facto стандартом архитектуры цифровых аналогов продуктовых рынков, сложившимся задолго до становления современной цифровой экономики, стала архитектура моделей частичного равновесия. Обзор подобных моделей, используемых для анализа аграрных рынков, приведен в статьях [Прокопьев 2015, ч. I; Прокопьев 2015, ч. II]. В анализе аграрных рынков России такие модели нашли применение в исследованиях [Сиптиц, Романенко, Строков, Абрамов 2010; Kiselev, Strokov, Belugin 2016], зарубежных – например [Britz, Delzeit 2013; Ermolieva et al. 2016; The Future of EU Agricultural Markets ... 2012]. К моделям, в основу которых положена такая архитектура, есть обоснованные претензии по поводу их недостаточной точности и чрезмерной трудоемкости (см., например: [Светлов. Компьютерные испытания ... 2023]).

Среди моделей частичного равновесия можно выделить подкласс моделей с явным представлением технологий. К нему относятся модели, используемые в вышеупомянутых работах [Britz, Delzeit 2013; Ermolieva et al. 2016]. Такие модели способны описывать рынки с большей аккуратностью, чем те, в которых предложение представлено па-

раметрической многомерной функцией от цен, как сделано в моделях, использованных в исследованиях [The Future of EU Agricultural Markets ... 2012; Киселев, Ромашкин, Белугин 2022]. Вместе с тем существующие методы явного представления технологий порождают массу трудностей, связанных как с подготовкой необходимых исходных данных, так и с процедурами отыскания равновесных решений (подробнее см.: [Светлов. Компьютерные испытания ... 2023]). Оказывается, что эти трудности преодолимы, если отказаться от сбора данных *ad hoc* в пользу разработки числовой модели, способной решать поставленную задачу с использованием массивов данных, формируемых для других целей. Разумеется, этот совет применим только в тех случаях, когда существует теория, позволяющая построить технологическую цепочку от имеющихся данных до требуемого решения.

В данном случае это условие выполнено: для представления технологий можно воспользоваться непараметрической граничной производственной функцией [Farrell 1957] в варианте [Thompson, Langemeier, Lee, Lee, Thrall 1990], которая может быть построена на регулярно собираемых микроэкономических данных о затратах ресурсов и выпуске продукции (в ассортименте) предприятиями материального производства – в том числе сельскохозяйственными. Очень важно то, что для построения такой производственной функции эти данные не требуют никакой предварительной обработки<sup>2</sup>, кроме выявления и исправления ошибок (если таковые обнаруживаются). Исследователям такие данные доступны (как правило, для служебного пользования) в агрегированном представлении на уровне субъектов Федерации. Высокий уровень агрегирования ограничивает точность построения границ производственных возможностей по Фарреллу, но не исключает такой возможности.

Использование архитектуры, в основу которой положен такой подход, позволило в кратчайшие сроки создать цифровой аналог системы рынков сельскохозяйственной продукции субъектов Российской Федерации, получивший название «модель ВИАПИ» по имени Всероссийского института аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, где была, при методической поддержке со стороны ЦЭМИ РАН, выполнена эта работа. Назначение модели ВИАПИ – постановка сценарных компьютерных экспериментов в целях изучения влияния внешних факторов на состояние рынков важнейших видов сельхозпродукции – региональных и всероссийского – в аспектах баланса продукции и цен. Помимо этого, модель позволяет сопоставлять (в разрезе сценариев и регионов) альтернативную стоимость ресурсов сельскохозяйственного производства и гарантий продовольственной обеспеченности населения, изучать влияние внешних факторов на территориально-отраслевую структуру производства в краткосрочном горизонте времени (то есть при неизменных объемах ресурсов, доступных каждому субъекту Федерации). Более подробное описание модели приведено в монографиях ряда авторских коллективов (см., напр.: [Применение математических методов ... 2020, гл. 5; Актуальные направления ... 2023, гл. 1.5]). Ее спецификации, использованные для решения различных научных задач, и соответствующие сценарные условия описаны в статьях, представленных в библиографическом списке к указанной главе второй монографии.

Главным источником данных для построения субмодели спроса – наиболее сложной части модели ВИАПИ, имеющей решающее значение для точности получаемых результатов, – служит база данных региональных агропродовольственных систем. Она создана в ВИАПИ в 2015 г. для решения широкого круга аналитических и исследовательских задач [Разработать базы данных ... 2015]. На момент создания она не рассматривалась как источник данных для числового моделирования рынков. Ключами к их использованию стали именно новая архитектура модели частичного равновесия,

---

<sup>2</sup> В частности, не требуется оценивание параметров, не поддающихся прямому наблюдению (которое, заметим, подчас неосуществимо без принятия не вполне реалистичных упрощающих предположений).

разработанная в ЦЭМИ РАН, и заложенный в нее новый метод отыскания равновесных решений.

Трудности с отысканием оптимума, свойственные моделям частичного равновесия с явным представлением технологий, преодолены на основе теории двойственности в линейном программировании. Подробности использованного приема изложены в монографии [Применение математических методов ... 2020, гл. 5]. Он позволяет, используя алгоритм CONOPT4 [Drud 1992], поддерживаемый инструментальным средством GAMS, находить решение модели ВИАПИ на обычном офисном персональном компьютере<sup>3</sup> за время порядка часов со стандартного начального приближения, рассчитываемого после загрузки в модель исходных данных. При запуске процедуры поиска равновесия с какого-либо ранее найденного равновесного решения время сокращается до 15–25 минут.

За неполные пять лет существования модели ВИАПИ выполнен большой объем работ по моделированию влияния на сельскохозяйственные рынки изменений климата и вариантов институциональных новшеств, направленных на низкоуглеродную трансформацию сельского хозяйства. Эта работа продолжается, в силу чего вывод об устойчивости сельского хозяйства России к изменениям климата [Светлов. Сельскохозяйственные рынки ... 2023] пришлось обусловить отсутствием ограничений на эмиссию парниковых газов. При наличии таких ограничений адаптация сельского хозяйства страны к изменениям климата сопряжена с потерями как для производителей, так и для потребителей, которые тем масштабнее, чем жестче ограничения. Основания для этого уточнения еще предстоит подготовить к опубликованию.

Компьютерные эксперименты на различных версиях модели ВИАПИ существенно обогатили научные представления о закономерностях функционирования рынков сельхозпродукции [Актуальные направления ... 2023, гл. 1.5; Светлов. Моделирование продуктовых рынков ... 2023]. В частности, установлено, что при меняющемся климате изменения объемов и специализации сельского хозяйства конкретного субъекта Федерации часто имеют парадоксальную направленность: там, где природные условия производства улучшаются, эффект может оказаться отрицательным, и наоборот. Главный фактор, от которого это зависит, – географическое положение по отношению к портам, наиболее емким рынкам сбыта и путям сообщения. Оно определяет, какие регионы приобретают, а какие утрачивают конкурентные преимущества в сценариях будущего климата. Получены аргументы в пользу того, что в отсутствие формальных и неформальных регулирующих институтов рыночный механизм не смог бы противостоять провалам в продовольственной безопасности и поддержать сложившиеся уровни сельскохозяйственного производства в регионах с низкими доходами населения и затрудненной транспортной доступностью. Так, на Дальнем Востоке снижение уровня поддержки потребления при посредстве нерыночных механизмов повлечет за собой сокращение посевных площадей и поголовья скота, рост сельской безработицы [Бабкина, Пучкова 2022].

Сохраняет актуальность задача преодоления слабых мест самой модели, перечисленных в монографии [Актуальные направления ... 2023, с. 144–147]. Работа над их устранением продолжается: в частности, ответом на многочисленные запросы со стороны специалистов стала проработка вопроса о создании модели *динамического равновесия* региональных рынков сельхозпродукции, охватывающей перспективу на 15 лет и, при необходимости, более долгосрочную [Светлов. Разработка динамической модели ... 2023].

В обозримом будущем применение модели ВИАПИ и в целом той архитектуры, на которой она основана, будет сдерживаться рядом факторов, не благоприятствующих ее поддержанию в актуальном состоянии [Светлов. Моделирование продуктовых рынков

<sup>3</sup> Для справки: актуальная на момент написания статьи версия 2.6.2 модели содержит 299 646 переменных, 152 470 ограничений и 0,0051 % ненулевых компонентов в матрице Якоби, из числа которых 6,5 % относятся к нелинейным ограничениям.

... 2023]. Самые неблагоприятные из внешних факторов – возникшие в 2022 г. институциональные препятствия пополнению базы данных региональных агропродовольственных систем и нехватка специалистов с нужным сочетанием компетенций.

### **Заключение**

Итогом проведенного исследования стали систематизация и пополнение аргументов в пользу следующих пяти тезисов:

- будущее развитие цифровых технологий не гарантирует преобладания положительных эффектов над отрицательными и потому требует внимания со стороны экономического сообщества и нуждается в основательном изучении;
- цифровизация не устраняет информационную асимметрию;
- цифровые технологии требуют обновления институтов экспертизы и одобрения инвестиционных проектов;
- адаптация методов обработки данных к существующим информационным ресурсам – перспективный путь повышения отдачи от цифровых технологий;
- существуют перспективы создания цифровых аналогов продуктовых рынков на основе наличных информационных ресурсов и новых архитектур числовых экономико-математических моделей.

Несмотря на приведенные доводы, эти тезисы всё еще остаются гипотезами – и будут оставаться до тех пор, пока не появятся исследования, в которых на их основе будут предсказаны, а вслед за этим обнаружены на практике те или иные экономические явления, не находящие объяснения в других теориях. Однако уже сегодня они могут быть использованы в качестве полезного ориентира при решении прикладных задач, связанных с определением стратегий продолжающейся цифровой трансформации различных отраслей экономики, совершенствованием ее нормативно-правовой базы, предварительным определением и отбором соответствующих инвестиционных проектов.

История успеха создания и эксплуатации модели ВИАПИ – это урок, который полезно усвоить каждому, кто способен и намерен влиять на формирование облика «цифровизации по-российски». Перечислим ряд принципов, которые обобщают опыт, приобретенный в ходе разработки и эксплуатации этой модели.

1. Признание того факта, что цифровизация экономики уже состоялась. Тому порукой успехи развития беспроводных телекоммуникационных сетей, интернет-банкинг, цифровизации транспортных и логистических услуг, госуслуг, таргетирования рекламы. Все самые затратные технологии уже созданы и развернуты, а дальнейшее продвижение цифровизации упирается в стремительно возрастающие затраты на сбор и представление данных, которые ранее не собирались, а также в дефицит надлежащим образом подготовленных кадров и утрату положительного влияния на экономию транзакционных издержек. Настало время переходить от дорогостоящих проектных решений – «убийц» существующих инфраструктур – к дешевым, ориентированным на максимально полное использование этих инфраструктур, освобождение сетей телекоммуникации от «паразитного» трафика, не приносящего экономического эффекта, а вычислительных мощностей – от обладающих тем же свойством ресурсоемких операций обработки данных.

2. Вычислительная экономичность проектных решений. Они, как правило, должны допускать эксплуатацию с использованием аппаратного и программного обеспечения, имевшегося в стране к началу 2022 г., после чего возникли труднопреодолимые препятствия для доступа к высокопроизводительному аппаратному обеспечению и инструментальным средствам зарубежной разработки. Выход за рамки этого условия целесообразен при наличии отечественных поставщиков необходимых обеспечивающих подсистем, способных при адекватном финансировании гарантированно удовлетворить потребности цифрового проекта.

3. Ориентация на существующие источники данных. Это прямое следствие кибернетического принципа полного использования информации. Оно подразумевает, что



все фактически собираемые данные следует, насколько это возможно, представлять в цифровой форме либо преобразовывать в нее (с использованием самых экономичных решений из числа доступных); имеющиеся массивы данных – интегрировать, оснащать удобными интерфейсами для массовых пользователей и открытыми API для интеграции с информационными системами сторонних разработчиков; выводить из-под необоснованных нормативно-правовых ограничений, в том числе применяя, когда уместно, допуски и договоры о неразглашении; автоматизировать обезличивание данных.

4. Применение принципа черного ящика в согласии с объективной доступностью данных (и не только). Следует опираться на этот принцип, отбирая и анализируя данные, доступные для наблюдения. Так, при создании цифровых аналогов рынков нет смысла «упрятывать» в черный ящик процессы производства, поскольку данные о зависимости предложения от цен, которые позволили бы это сделать, практически недоступны, тогда как данные о зависимости выпуска от затрат ресурсов поддаются наблюдению в достаточно широком диапазоне. И наоборот, по той же причине – из-за труднодоступности необходимых данных в необходимых объемах – внутреннюю структуру элементарных процессов, обуславливающих зависимость выпуска от ресурсов, следует оставить внутри черного ящика. За рамками этой рекомендации остаются компьютерные эксперименты, сценарии которых описываются на уровне элементарных производственных процессов.

5. Использование потенциала создания новых методов и приемов обработки данных на основе современных теорий. В предметных областях экономики, экономико-математических методов, кибернетики и информатики он всё еще далек от исчерпания. Следование этому принципу позволяет добиться осуществимости многих проектов цифровизации, которые на первый взгляд кажутся не имеющими шансов на воплощение в жизнь, – в частности, обеспечить положительную дисконтированную стоимость чистого денежного потока и контроль над рисками.

#### **Список источников**

- Актуальные направления математических, статистических, инструментальных и учетно-аналитических методов исследования в условиях цифровизации : монография / под общ. ред. М. В. Грачёвой, Е. А. Тумановой, В. Т. Чая. М. : РУСАЙНС, 2023. 366 с.
- Бабкина А. В., Пучкова О. С. Роль механизма государственной поддержки при переходе АПК Дальнего Востока на инновационную модель развития // Известия Международной академии аграрного образования. 2022. № 59. С. 81–84.
- Гребенкина С. А. Анализ международной практики цифрового взаимодействия в сфере противодействия отмыванию доходов и финансированию терроризма // Вестник Евразийской науки. 2023. Т. 15, № 1. URL: <https://esj.today/PDF/85FAVN123.pdf> (дата обращения: 05.11.2023).
- Дементьев В. Е. Финансовые пузыри на длинных волнах экономического развития // Экономика и математические методы. 2011. Т. 47, № 1. С. 47–54.
- Дементьев В. Е., Евсюков С. Г., Устюжанина Е. В. О важности стратегического подхода при ценообразовании на рынках сетевых благ // Журнал Новой экономической ассоциации. 2020. № 2 (46). С. 57–71. DOI 10.31737/2221-2264-2020-46-2-3.
- Зайцев С. Ю. Направления взаимодействия цифровых корпораций и государства в политической сфере России // Политическая экспертиза: ПОЛИТЭК. 2022. Т. 18, № 1. С. 56–71. DOI 10.21638/spbu23.2022.104.
- Кардаш В. А. Модели управления производственно-экономическими процессами в сельском хозяйстве. М. : Экономика, 1981. 183 с.
- Киселёв С. В., Ромашкин Р. А., Белугин А. Ю. Агропродовольственный экспорт России до 2030 г.: прогноз на основе модели частичного равновесия // Журнал Новой экономической ассоциации. 2022. № 4 (56). С. 69–90. DOI 10.31737/2221-2264-2022-56-4-4.
- Козырев А. Н. Оптимальные двухкомпонентные цены в экономиках с возрастающей отдачей // Цифровая экономика. 2023. № 1 (22). С. 54–64. DOI 10.34706/DE-2023-01-07.

- Козырев А. Н. Сетевые эффекты и цифровые платформы в экономике и математических моделях // *Цифровая экономика*. 2021. № 3 (15). С. 5–33. DOI 10.34706/DE-2021-03-01.
- Козырев А. Н. Современное состояние исследований в области торговли информацией // *Цифровая экономика*. 2020. № 1 (9). С. 63–75. DOI 10.34706/DE-2020-01-07.
- Мицек С. А., Мицек Е. Б. Эконометрические оценки и структурный анализ экономической динамики России (2000-2021): общее описание модели и уравнения производственного блока // *Вестник Гуманитарного университета*. 2023. № 1 (40). С. 7–39. DOI 10.35853/vestnik.gu.2023.1(40).01.
- Применение математических методов в управлении АПК Беларуси и России / Н. М. Светлов, В. И. Буць, Е. В. Карачевская и др. ; под науч. ред. Н. М. Светлова, В. И. Буць. М. : Центральный экономико-математический институт РАН, 2020. 177 с. DOI 10.33276/978-5-8211-0782-4.
- Прокопьев М. Г. Классификация и методические аспекты разработки моделей частичного равновесия. Часть I // *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2015. № 6. С. 88–95.
- Прокопьев М. Г. Классификация и методические аспекты разработки моделей частичного равновесия. Часть II // *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2015. № 7. С. 83–91.
- Разработать базы данных региональных агропродовольственных систем, содержащие инструментарий для оценки их эффективности и устойчивости : отчет о НИР / ВИАПИ имени А. А. Никонова ; рук. С. О. Сиптиц. М., 2015. 71 с. Рег. № 115102840012. № госрегистрации 0571-2014-0006.
- Светлов Н. М. Компьютерные испытания прототипа непараметрической модели частичного равновесия // *Экономика и математические методы*. 2023. Т. 59, № 2. С. 100–111. DOI 10.31857/S042473880025862-7.
- Светлов Н. М. Моделирование продуктовых рынков в эпоху цифровизации: опыт, перспективы, препятствия // *Цифровизация как вызов современности: между гуманизацией и дегуманизацией* : XXV рос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Екатеринбург, 12–13 апреля 2023 г.) : сб. материалов и докладов. Екатеринбург : Гуманитарный университет, 2023. С. 201–206.
- Светлов Н. М. Недооценка информационных издержек: причины и следствия // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2021. № 6. С. 148–162. DOI 10.26897/0021-342X-2021-6-148-162.
- Светлов Н. М. Путь в средневековье: некоторые свойства динамики занятости в сфере науки // *Российский человек и власть в контексте радикальных изменений в современном мире* : материалы XXI российской науч.-практ. конф. (с междунар. участием). Екатеринбург : Гуманитарный университет, 2019. С. 182–186.
- Светлов Н. М. Разработка динамической модели развития сельскохозяйственных рынков России в условиях изменения климата // *Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова*. 2023. № 3. С. 5–17. DOI 10.21686/2413-2829-2023-3-5-17.
- Светлов Н. М. Сельскохозяйственные рынки регионов России в условиях изменений климата и климатической политики (результаты моделирования) // *Стратегическое планирование и развитие предприятий* : материалы XXIV Всероссийского симпозиума, Москва, 11–12 апреля 2023 года / под ред. Г. Б. Клейнера. М. : ЦЭМИ РАН, 2023. С. 463–468. DOI 10.34706/978-5-8211-0814-2-s2-44. EDN JXННОВ.
- Светлов Н. М. Темная сторона силы: негативные эффекты экономики больших данных // *Кризисы нашего времени как вызов обществу, культуре, человеку* : материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конференции, 15–16 апреля 2021 года : доклады / редкол.: Л. А. Закс и др. Екатеринбург : Гуманитарный университет, 2021. С. 197–202.
- Светлов Н. М. Цифровая трансформация сельского хозяйства в системе мер противодействия изменению климата // *Конкурентоспособность и эффективность АПК в контексте оптимизации материально-технического и финансового обеспечения* : материалы XV Междунар. науч.-практ. конференции (Минск, 13–14 октября 2022 года) / под ред. В. Г. Гусакова. Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2023. С. 225–229.

- Светлов Н. М., Гатаулин А. М. Стоимость, равновесие, издержки в сельском хозяйстве : монография. 2-е изд. М. : ИНФРА-М, 2019. 262 с.
- Светлов Н. М., Дементьев В. Е. Влияние стратегических потребителей на рынок сетевых благ // Экономика и математические методы. 2021. Т. 57, № 4. С. 5–16. DOI 10.31857/S042473880017514-4.
- Сидоренко Э. Л. Риски цифровизации и новые направления финансового контроля // Государственная служба. 2019. Т. 21, № 1. С. 81–85. DOI 10.22394/2070-8378-2019-21-1-81-85.
- Сиптиц С. О., Романенко И. А., Строков С. Н., Абрамов А. А. Сценарный анализ развития агропродовольственных рынков России с использованием российского модуля международной системы моделей AGLINK-COSIMO // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2010. № 6. С. 21–24.
- Эпштейн Д. Б. Научные основы поддержки цифровой трансформации в условиях информационной асимметрии // АПК: экономика, управление. 2023. № 7. С. 36–44. DOI 10.33305/237-36.
- Эпштейн Д. Б. О развитии АПК на основе цифровой трансформации // Российский экономический журнал. 2023. № 5. С. 46–62. DOI 10.52210/0130-9757\_2023\_5\_46.
- Britz W., Delzeit R. The Impact of German Biogas Production on European and Global Agricultural Markets, Land Use and the Environment // Energy Policy. 2013. Vol. 62. P. 1268–1275. DOI 10.1016/j.enpol.2013.06.123.
- Chamanara S., Ghaffarizadeh S. A., Madani K. The Environmental Footprint of Bitcoin Mining Across the Globe: Call for Urgent Action // Earth's Future. 2023. Vol. 11, Issue 10. Article e2023EF003871. DOI 10.1029/2023EF003871.
- Chen W. The Impact of Digital Economy Development on Innovation in Renewable Energy Technologies // Economic Change and Restructuring. 2023. Vol. 56. P. 4285–4308. DOI 10.1007/s10644-023-09553-1.
- Coping with Risk in Agriculture: Applied Decision Analysis / J. B. Hardaker, G. Lien, J. R. Anderson, R. B. M. Huirne. 3rd edition. Oxfordshire ; Boston : CABI, 2015. 276 p. DOI 10.1079/9780851998312.0000.
- Drud A. CONOPT – a Large-Scale GRG Code // ORSA Journal on Computing. 1992. Vol. 6. P. 207–216.
- Ermolieva T. et al. Integrated Management of Land Use Systems under Systemic Risks and Security Targets: A Stochastic Global Biosphere Management Model / T. Ermolieva, P. Havlík, Yu. Ermoliev, A. Mosnier, M. Obersteiner, D. Leclère, N. Khabarov, H. Valin, W. Reuter // Journal of Agricultural Economics. 2016. Vol. 67, Issue 3. P. 584–601. DOI 10.1111/1477-9552.12173.
- Farrell M. J. The Measurement of Productive Efficiency // Journal of Royal Statistical Society: Series A (General). 1957. Vol. 120, Issue 3. P. 253–281. DOI 10.2307/2343100.
- Ganichev N. A., Koshovets O. B. Integrating Russia into the Global Project of Digital Transformation: Opportunities, Problems and Risks // Studies on Russian Economic Development. 2019. Vol. 30. P. 627–636. DOI 10.1134/S1075700719060030.
- Kiselev S., Stokov A., Belugin A. Projections of Russia's Agricultural Development under the Conditions of Climate Change // Studies on Russian Economic Development. 2016. Vol. 27, no. 5. P. 548–556. DOI 10.1134/S1075700716050063.
- Smolin A. Disclosure and Pricing of Attributes. Munich : RePEc, 2019. 44 p. URL: [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/91583/8/MPRA\\_paper\\_91583.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/91583/8/MPRA_paper_91583.pdf) (access date: 05.11.2023).
- Sternik S. G., Safronova N. B. Financialization of Real Estate Markets as a Macroeconomic Trend of the Digital Economy // Studies on Russian Economic Development. 2021. Vol. 32, no. 6. P. 676–682. DOI 10.1134/S1075700721060149.
- Sturgeon T. J. Upgrading Strategies for the Digital Economy // Global Strategy Journal. 2021. No. 11. P. 34–57. DOI 10.1002/gsj.1364.
- The Future of EU Agricultural Markets by AGMEMOD / ed. by F. Chantreuil, K. F. Hanrahan, M. van Leeuwen. Dordrecht : Springer, 2012. 128 p. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-94-007-2291-0.pdf?pdf=button> (access date: 20.10.2023).

- Thompson R. G., Langemeier L. N., Lee C., Lee E., Thrall R. M. The Role of Multiplier Bounds in Efficiency Analysis with Application to Kansas Farming // *Journal of Econometrics*. 1990. Vol. 46 (1-2). P. 93–108. DOI 10.1016/0304-4076(90)90049-Y.
- Wang X., Chen J. An Empirical Study on the Indirect Empowerment of Economic Development by the Digital Economy-Based on the Perspective of China's Domestic Economic Cycle // *Journal of the Knowledge Economy*. 2023. 27 p. DOI 10.1007/s13132-023-01445-z.
- Xiao Y., Abula B. Examining the Impact of Digital Economy on Agricultural Trade Efficiency in RCEP Region: A Perspective Based on Spatial Spillover Effects // *Journal of the Knowledge Economy*. 2023. 28 p. DOI 10.1007/s13132-023-01484-6.
- Zhang W. L., Song L. Y., Ilyas M. Can the Digital Economy Promote Fiscal Effort? Empirical Evidence from Chinese Cities // *Economic Change and Restructuring*. 2023. Vol. 56. P. 3501–3525. DOI 10.1007/s10644-023-09540-6.

***Информация об авторе***

**Николай Михайлович Светлов**, д-р экон. наук, профессор, чл.-корр. РАН, главный научный сотрудник лаборатории механизмов финансово-промышленной интеграции, ФГБУН Центральный экономико-математический институт РАН (Москва, Россия).

***Information about the author***

**Nikolay M. Svetlov**, Dr. Sci. (Economics), Prof., corresponding member of RAS, Chief Researcher at the Laboratory of Financial and Industrial Integration Mechanisms, Central Economics and Mathematics Institute, RAS (Moscow, Russia).

*Статья поступила в редакцию | the article was submitted 12.11.2023;  
одобрена после рецензирования | approved after reviewing 17.11.2023;  
принята к публикации | accepted for publication 17.11.2023.*