

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ МОНИТОРИНГА КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Краснова Т.Г., Поздняков А.К., Вильгельм А.С.

Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова,
Россия, г. Абакан, ул. Ленина, д. 90

admeconom@mail.ru, akpozdneyakov@mail.ru, asvilhelm@gmail.com,

Дулесов А.Н.

Хакасский технический институт – филиал СФУ,
Россия, г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 27

babyshkag@mail.ru

Аннотация. Исследование влияния отклика локальных рынков на цифровые трансформации, происходящие на уровне макрорегиона являются определяющими в обосновании концепции мониторинга крупномасштабных цифровых систем. Это позволяет использовать цифровую составляющую в мониторинге для оценки происходящих изменений на локальных рынках. С применением ГИС-технологий была установлена обоснованная возможность использования двухфакторной модели для мониторинга крупномасштабных цифровых систем. Таким образом, показана возможность изучения процессов локализации на уровне макрорегиона при использовании мониторинговых индикаторов, что является особенно актуальным в современных условиях цифровизации экономики, когда возрастает роль мультисервисной цифровой инфраструктуры для повышения открытости и связанности локальных рынков. Результаты исследования подтвердили возможность мониторинга индикаторов крупномасштабных цифровых систем с использованием результатов социально-экономического развития регионов за счёт активизации локальных рынков. Чем выше неравномерность в пространственном развитии локальных рынков, тем сильнее влияние цифровой составляющей в инфраструктурном развитии макрорегиона, что влияет на повышение производительности в региональной экономике. Следует отметить, что для оценки неравномерности пространственного распределения цифровых платформ макрорегиона возможно наряду с индексом Тейла использовать индекс Уильямсона, для измерения концентрации активности локальных рынков под воздействием цифровых технологий.

Ключевые слова: economic growth, regional economic, agriculture industry, local markets, spillovers, monitoring.

Введение

Существующие системы мониторинга социально-экономической обстановки требуют совершенствований, связанных с цифровыми трансформациями региональных систем. Особенно это актуально для повышения эффективности управления развитием территориальных локальных рынков в условиях перераспределения производительности труда между локализованными отраслями и в первую очередь первичного и вторичного секторов экономики за счет цифровых трансформаций.

В статье изучаются локальные рынки макрорегиона, связанные межрегиональными связями. Исследованию подлежит мониторинг отраслевой деятельности (локальных рынков) с учётом эффектов цифровизации региональной экономики. Таким образом, формируется концепция мониторинга крупномасштабных цифровых систем с учетом развития локальных рынков в условиях региональных трансформаций, что позволит учитывать влияние цифровых технологий на социально-экономическое развитие макрорегионов.

1 Теоретический базис

Особую роль в системе мониторинга социально-экономической ситуации в территориально локализованной региональной экономике играют методы ситуационного моделирования поведения региональных экономических систем с учётом трансформационных цифровых процессов. В большей степени это касается исследований локализованных крупномасштабных региональных систем. В настоящее время все исследования приводят к необходимости учёта цифровой составляющей в индикаторах социально-экономического развития территорий. В рамках теории пространственного развития, которая имеет непосредственное отношение к крупномасштабным экономическим системам, применим подход Kuznets [1] с помощью которого изучаются взаимосвязи в социально-экономических системах применительно к пространственной структуре и, используя структурированный массив данных, изучаются взаимосвязи с основными индикаторами социально-экономического развития. Факторы пространственного развития, отражённые в трудах Krugman [2], Marshall [3], такие факторы как размеры локальных рынков, трудовые миграционные потоки, урбанизация и другие, объясняют динамику развития региональной экономики и способствуют

формированию перспективных целей. Учитывая, что местные продукция и ресурсы определяют по большей части локализацию производства, по мнению Combes [4] и Fujita [5], исследование тенденций территориального развития лучше всего проводить с применением теоретических основ пространственного развития территорий.

Под влиянием ресурсной обеспеченности макрорегиона (Сибирского федерального округа) сформировались тенденции межрегионального различия, связанные с низкой плотностью инфраструктуры, которые проявились в концентрации локальных рынков вокруг промышленных объектов (infrastructural facility), что объясняется транспортно-логистическими развязками. Неравномерность развития локальных рынков сибирских регионов связана с избытком предложения в крупных городах и неудовлетворительным спросом в районах и малых городах, что впрочем, перекрывается увеличением торговой деятельности. С целью повышения эффективности функционирования любых хозяйственных систем необходимо вести мониторинг результатов деятельности территориальных образований.

В мониторинге социально-экономического развития регионов следует выделить отдельным направлением локальные региональные рынки, пространственная локализация которых обуславливает специфику функционирования крупномасштабных систем (макрорегионов). Отличительной характеристикой такого подхода к мониторингу является дифференциация показателей мониторинга по целевым показателям пространственно-локализованных секторов экономики.

В настоящее время пространственная экономика имеет тенденции трансформации за счёт влияния цифровых технологий на формирование цифровой инфраструктуры и повышения экономической активности, в том числе экстенсивно за счёт территориальной распределенности. Таким образом, акцентируя внимание на мониторинге региональных локальных рынков с учётом развития цифровых технологий можно получить достаточно полную картину не только текущего состояния, но и перспектив развития крупномасштабных систем – макрорегионов. Для проверки этой гипотезы предлагается использовать двухшаговый метод наименьших квадратов регрессионного анализа (Two-Stage Least Squares (2SLS) Regression Analysis) для валидации производительности (или продуктивности) в качестве регрессора, в отношении исследования локальных рынков стройиндустрии и агропромышленного комплекса, причем инструментом в данном случае будет выступать инфраструктурное развитие (infrastructural facility). Развитие процессов цифровой экономики привело к разнообразию пространственных связей и инфраструктурных разнообразий, что, в свою очередь, позволяет связывать локальные рынки в цифровом пространстве [6]. Современные цифровые платформы реконфигурируются в киберфизические системы для инструментальной разработки эффективных методов мониторинга [7]. В результате генерации цифрового продукта в пространственно локализованных системах создается добавленная стоимость, влияющая на изменения спроса и предложения на локальных рынках макрорегионов. Эти процессы связаны со снижением трудозатрат, повышением производительности труда и увеличением объёмов выпускаемой продукции. Наиболее сложными в отношении цифровизации являются такие локальные рынки, как строительный и агропромышленный [8].

Если рассматривать макрорегионы как пространственные системы, имеющие разную степень концентрации локальных рынков, то необходимо процесс мониторинга адаптировать к пространственным инфраструктурным показателям. Роль процессов цифровизации заключается в том, что влияние фактора расстояния между субъектами экономики в рамках отдельных территорий значительно снижается. Таким образом, теоретически обосновывается необходимость в условиях мониторинга крупномасштабных цифровых систем учитывать цифровые трансформации, в качестве инструментальной переменной для пространственно локализованных систем с учётом инфраструктурных связей.

Исходя из вышеизложенного, для эффективного мониторинга крупномасштабных цифровых системам предлагается разработать и построить модель на основе концепции локализованных региональных систем, связанных цифровыми платформами в рамках макрорегиона. Данная модель будет являться одним из основных средств поддержки планирования и управления региональным развитием, которая позволит повысить эффективность крупномасштабных региональных систем за счёт своевременного выявления тенденций развития локальных рынков с учётом цифровизации экономики.

Настоящее исследование дополняет существующие методы мониторинга теоретическим и эмпирическим материалом пространственной концентрации экономической деятельности локализованных отраслей региональной экономики в условиях формирования и функционирования

цифровых платформ с целью попытаться определить взаимосвязь между развитием цифровых технологий и активностью локальных рынков макрорегионов.

2 Методы и модели

2.1 Описание модели мониторинга

Изученные теоретические и методологические предпосылки позволяют рассмотреть концепцию мониторинга крупномасштабных цифровых систем региональной экономики с применением дифференцированного подхода, выделяющего в качестве изучаемых объектов локальные региональные рынки (рисунок 1).

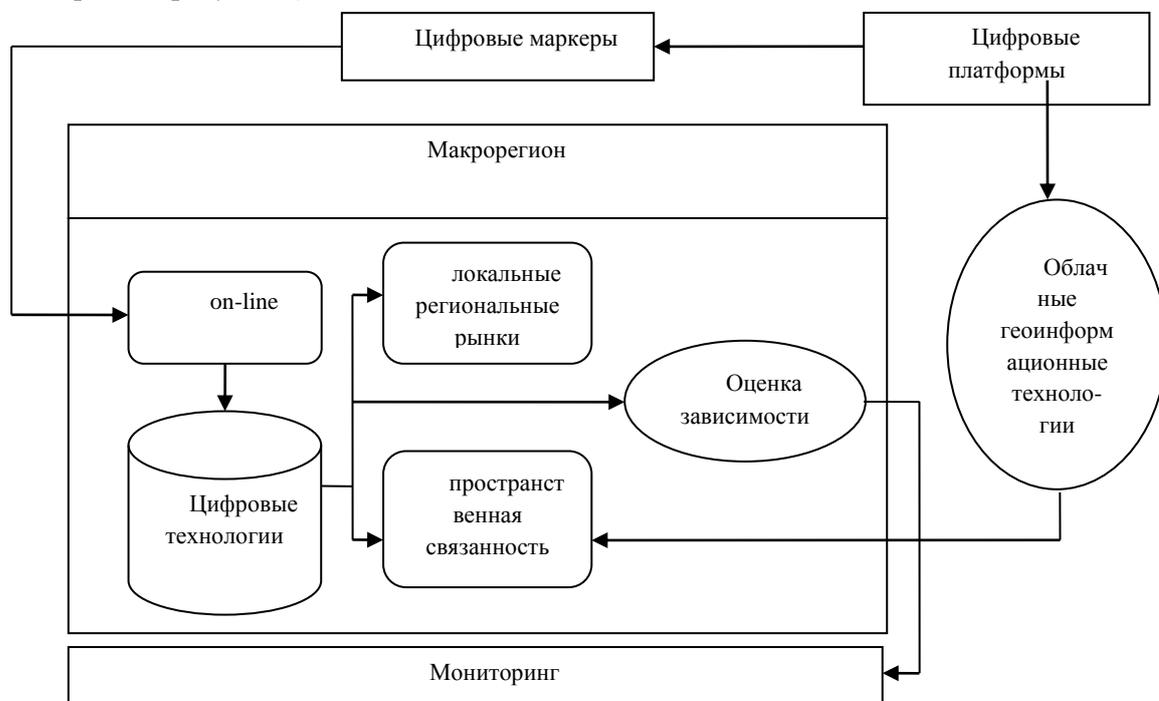


Рис. 1. Визуализация предлагаемой модели мониторинга крупномасштабных цифровых систем

Базисом для разработки системы мониторинга является набор исходной информации отвечающей следующим критериям:

- развитие крупномасштабных региональных систем следует рассматривать как интегрированные региональные системы, состоящие из локальных рынков и развивающиеся под воздействием цифровых технологий;
- учитывать детерминировать цены для обоснования направлений, форм и способов предоставления государственной финансовой поддержки по территориальному (пространственному) и отраслевому принципу (промышленность, сельское хозяйство, инфраструктура);
- прогнозирование социально-экономического развития регионов выполнять в привязке к цифровым региональным платформам.

Важными вопросами процесса обеспечения мониторинга являются качество обрабатываемой информационной базы, ее регулярность, относительная дешевизна и доступность. В предлагаемой системе мониторинга информация о цифровых платформах макрорегиона приходит через облачные технологии, а обработка и визуализация – через платформенные, обеспечивающие применение всех цифровых преимуществ экосистемы. Оценку зависимости между показателями функционирования локальных рынков и цифровых платформ предлагается проводить с помощью:

- статистического анализа, основанного на применении методов корреляции и регрессии, выявляющих взаимосвязи между развитием локальных рынков макрорегионов и цифровыми технологиями;
- географического анализа с использованием геоинформационных систем для составления картограмм, используемых в качестве набора исходных данных.

Таким образом, предлагается концепция, которая обеспечит процесс мониторинга крупномасштабных цифровых систем за счёт наблюдения и оценки развития локальных региональных рынков, так как в этом случае подтверждается гипотеза взаимосвязей инфраструктурных изменений региональной экономики с цифровизацией общества, что играет решающую роль в объяснении пространственного распределения экономической активности локальных рынков.

2.2 Особенности построения модели мониторинга в условиях цифровой трансформации

Для создания модели мониторинга объектов изучения региональной экономики, цифровые технологии являются ключевым моментом в изучении характера и особенностей развития крупномасштабных цифровых систем макрорегиона. При этом локальные рынки являются той средой, на которой рассматриваются цифровые маркеры развития социально-экономических систем. Пространственная экономика оценивается с позиции функционирования региональных локальных рынков за счёт цифровых технологий, что в настоящее время является необходимым условием при составлении стратегических планов геопространственного развития. Предлагаемая модель мониторинга представляет собой систему реализации комплексного подхода к изучению цифровой экономики в рамках региональных локальных рынков.

Для изучения пространственной связанности локальных рынков при помощи мониторинговых технологий необходимы новые индикаторы, учитывающие влияние цифровых технологий на региональную экономику. В первую очередь, это касается оценки массового платежеспособного спроса на локальных региональных рынках. В этом решающую роль играют цифровые взаимодействия и существующие цифровые платформы. Также очень важна нарастающая роль цифровой инфраструктуры локальных рынков, расширяющая межрегиональные связи, что в свою очередь предопределяет повышение экономической активности региональной экономики. Несмотря на наметившиеся процессы межрегиональной интеграции в рамках макрорегионов, в настоящее время в мониторинге региональных систем не учитывается объединяющий цифровой инфраструктурный фактор, поэтому концепция мониторинга крупномасштабных цифровых систем является базовой при оценке эффективности региональной экономики. Мониторинг цифровых систем необходим в первую очередь бизнесу при планировании цепочек поставок для территориального размещения новых производств, логических маршрутизаторов, размещении новых объектов торговли и оказания услуг, формируя таким образом, пространственную картину для прогнозирования факторов предложения на локальных рынках. И, конечно же, немаловажное значение имеет мониторинг цифровых систем для определения рыночной локализации и специализации региональной экономики. В большей степени это касается таких стремительно меняющихся, но социально значимых локальных рынков как рынок жилья и рынок продовольствия в режиме реального времени. Результаты мониторинга способствуют развитию региональных локальных рынков за счёт того, что субъекты бизнеса могут прогнозировать свои показатели и планировать дальнейшее развитие.

Эффективность моделирования развития крупномасштабных цифровых систем региональной экономики во многом зависит от качества мониторинга, выполненного с использованием информационных программных продуктов ГИС и современных методов обработки крупномасштабных данных. Поэтому во все основные показатели, являющиеся цифровыми моделями концепции крупномасштабного мониторинга необходимо включать расширенный набор средств контроля, отражающий индивидуальные характеристики локальных рынков, такие как геокадастровые, эколого-экономические (наличие земель, их пригодность для сельскохозяйственного производства) и др. Для оценки пространственных показателей по территориальному принципу следует использовать информационные ресурсы:

- геоинформационные технологии для картографического исследования агломерационных объектов и последующего координирования и фиксации в рамках исследуемой урбоэкосистемы;
- пространственные цифровые технологии в агропромышленном комплексе, систематизирующие информацию и способствующие интеграции с кадастровой информационной системой, что позволяет повысить эффективность государственных расходов по субсидированию затрат сельскохозяйственного растениеводческого производства;
- сбор данных на основе систем телеметрии;

- спутниковые снимки и стационарные экологические средства фиксации выбросов, которые могут говорить о той или иной степени уровня экономического развития (плотность света в ночное время может являться индикатором крупномасштабной экономической деятельности) развивающихся стран с переходными экономиками (emerging markets);
- цифровые маркеры для эколого-географического картирования и мониторинга состояния почв при внесении и распределении средств химизации (точное земледелие);
- средства платформенной экономики для мониторинга процессов роста связанности локальных рынков с использованием крупномасштабных данных демографических обследований;
- цифровые программы распределения трудовых нагрузок с целью создания гибких организационных структур управления;
- отслеживание цен на локальных рынках;
- средства передачи цифровой информации «Глонасс» для навигационных геофизических сообщений с целью оперативного мониторинга в рамках навигации автоматизированного оборудования, машин и механизмов, объединенных в киберфизическую систему.

Все вышеперечисленные компоненты мониторинга крупномасштабных цифровых платформ позволяют оценить социально-экономическое развитие региональных систем на макро- и мегауровнях с целью определения территориальных взаимосвязей. Полученные данные о состоянии региональных систем визуализируют потенциал инфраструктурного развития. Таким образом, формируется цифровая крупномасштабная система, описывающая текущие процессы территориальной интеграции за счёт локальных региональных рынков.

Предложенная теоретическая конструкция модели мониторинга крупномасштабных цифровых систем с использованием методики сбора и обработки информации о состоянии локальных региональных рынков на основе ГИС-технологий цифровой экономики и применения технологий учета межрегиональных связей позволяют применить данные мониторинга для анализа и формирования программ функционирования локальных рынков на уровне региональной экономики с учетом детерминанты цифровых эффектов, проявляющихся при управлении социально-экономическим развитием регионов. Данная система мониторинга позволяет с помощью иерархической агрегации индикаторов различного уровня по оценке крупномасштабных данных выявлять факторы пространственной концентрации цифровых платформ и их влияние на эффективность регионального развития за счёт наблюдения за локальными рынками.

3 Оценка эффективности влияния крупномасштабных цифровых систем на региональную экономику

С целью определения степени влияния процессов цифровизации на эффективность функционирования региональной экономики рассматриваются локальные рынки макрорегиона (Сибирский федеральный округ) и их экономическая активность. Для этого оценивается причинно-следственная связь между ростом показателей эффективности локальных рынков за счёт роста валового регионального продукта и цифровизации региональной экономики. Применение двухшагового регрессионного анализа с использованием инструментальной переменной поможет решить данную задачу. В качестве эмпирического тестирования теоретических установок, составляющих двухфакторную цифровую модель мониторинга, в данном разделе проводятся численные квазиэксперименты над макрорегионом (СФО).

С двумя независимыми переменными, определяющими рост валового регионального продукта, в исследовании используется детерминанта цифровой инфраструктуры. Для этой цели выбрана следующая базовая модель:

$$y_{ij} = \alpha + \beta \text{spatcon}_{ij} + \gamma' \mathbf{x}_{ij} + \varepsilon. \quad (1)$$

где i – факторы территориального образования (региона) j , k – отрасль региона j , y – это зависимая переменная уровня валового регионального продукта на душу населения, spatcon – это индикаторная переменная (регрессор) значение которого определяется мерой концентрации цифровых технологий, \mathbf{x} – вектор переменных, контролирурующих дополнительные эффекты, ε – гетероскедастичная ошибка. Коэффициент β при главной объясняющей переменной в данном исследовании и является искомой величиной, по которой возможно проводить мониторинговую оценку степени зависимости валового регионального продукта от степени концентрации на локальных рынках цифровых технологий (продуктов).

Переменная *spatcon* – интегральный показатель эффекта локализации. Он представляет собой аддитивную функцию модели средневзвешенных частных показателей. Для того чтобы минимизировать ошибку, связанную с субъективностью экспертного метода назначения весов соответствующих коэффициентов, вводится территориальный принцип определения весов. Так в случае набора факторных признаков $i = 1, \dots, n$ соответствующего региона j , вектор весов фактора $\mathbf{w} = (w_1, \dots, w_n)$ определяется обратно пропорционально евклидовому расстоянию ($dist_i$) между оцениваемыми субъектами, то есть $w_i = \frac{dist_i}{\sum_{i=1}^n dist_i}$, и является экзогенным фактором локализации.

Математически это описывается структурой вектора (w), где $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, связанного с изменением оцениваемой величины в зависимости от пространственного размещения, степени межрегиональных связей в рамках макрорегиона, что определяет территориальную локализацию в зависимости от площади и расстояния между населенными пунктами, при этом факторные признаки $i = 1, \dots, n$, определяющие локализацию, будут иметь разный вес в зависимости от региона j . В этом случае полученная матрица пространственных весов w_{ij} является условно-постоянной, но весьма трудоёмка. А в случае набора данных измерения региональных локальных рынков в структуре макрорегиона, она приобретает характер крупномасштабного измерения, поэтому необходимо применение фактора цифровизации экономики для обеспечения реализации иерархического принципа индикативной оценки и последующей интерпретации влияния крупномасштабных цифровых систем на региональную экономику.

Для решения этой задачи совместно с традиционными методами обработки данных в предложенной модели мониторинга заложены специфические методы агрегации данных. Для определения меры концентрации индикативных показателей предлагается использовать для сравнения индекс Тейла и индекс Уильямсона. Первый определяется по следующей формуле:

$$T_i = \sum_{i=1}^N p_i \ln \frac{gp}{g} \quad (2)$$

где T – индекс Тейла, g и p – производительность (объем производства в стоимостном выражении на одного занятого в отрасли) и плотность населения соответственно, i – территориальное образование.

Индекс Уильямсона [9] можно вычислить по следующей формуле:

$$W_i = \sqrt{\left(\frac{g_i}{\sum g} - 1\right)^2 \frac{p_i}{\sum p}} \quad (3)$$

где W – индекс Уильямсона, g и p – производительность (объем производства в стоимостном выражении на одного занятого в отрасли) и плотность населения соответственно, i – территориальное образование.

В качестве переменной величины используется показатель уровня применения цифровых технологий на локальных рынках, что позволяет в рамках мониторинга оценить пространственную концентрацию цифровых технологий. Возможность индикативной оценки пространственной связанности локальных рынков едиными цифровыми платформами можно использовать как инструмент стратегического планирования, так как функции мониторинга в этом случае расширяются. Используя предложенный инструмент можно получить базу данных для построения прогнозов развития макрорегионов за счёт цифровизации экономики.

Таким образом, предлагается в качестве модели мониторинговой оценки использовать эконометрические функции с параметрами, характеризующими пространственные процессы, связанные с развитием локальных рынков под воздействием цифровых технологий. Расчётные экономические параметры на примере строительного и агропромышленного рынков СФО представлены в таблице 1. В соответствии с результатами первого шага оценки, инструмент является сильным и статистически значимым. Это касается как панели А в таблице 1, где отражена зависимость с оценкой по индексу Тейла, так и в панели Б с отражением зависимости с оценкой по индексу Уильямсона. Таким образом, инструмент является сильным предиктором в выборках. Статистика критерия Kleibergen-Паар rk Wald F Statistic, является эквивалентной F статистике, в

случае одной переменной и одного инструмента, выше чем соответствующее критическое значение критерия Stock-Yogo [10].

Таблица 1. Эффект степени пространственного развития локальных рынков (на примере строительного и агропромышленного рынков СФО) в зависимости от степени цифровизации региональной экономики: результаты двухшаговой регрессии

Регрессор	Зависимая переменная	
Мера измерения	Индекс оценки цифровизации	Валовой региональный продукт (доля локальных рынков)
Модель	2SLS	2SLS
Шаг	1 st stage	2 nd stage
Панель А: Индекс Тейла		
Инфраструктура		
- коэффициент регрессии	1,026	
- стандартная ошибка	0,793	
- уровень значимости	($p < 0.1$)	
Индекс Тейла		
- коэффициент регрессии		0,413
- стандартная ошибка		0,221
- уровень значимости		($p < 0.05$)
Фиксированные переменные (плотности населения)		
Статистика критерия (Kleibergen-Paap rk Wald F Statistic)		18,55
Проверка критического значения (Stock-Yogo 10 % critical value)		16,38
Скорр. R^2	0,21	0,41
Количество наблюдений	3977	3977
Панель Б: Индекс Уильямсона		
Инфраструктура		
- коэффициент регрессии	0,249	
- стандартная ошибка	0,084	
- уровень значимости	($p < 0.05$)	
Индекс Уильямсона		
- коэффициент регрессии		0,057
- стандартная ошибка		0,021
- уровень значимости		($p < 0.05$)
Фиксированные переменные (плотности населения)		
Статистика критерия (Kleibergen-Paap rk Wald F Statistic)		40,81
Проверка критического значения (Stock-Yogo 10 % critical value)		16,38
Скорр. R^2	0,23	0,41
Количество наблюдений	3977	3977

Результаты второго шага регрессионного анализа, отраженные в третьей колонке вышеупомянутой таблицы, для выборок характерен положительный и статистически значимый эффект для зависимой переменной в уравнении (1). Таким образом, можно заключить, что оба индекса имеют одинаковую мониторинговую силу для обеспечения объясняющего набора факторных признаков при использовании предложенных методов оценки крупномасштабных цифровых систем макрорегионов.

Основным выводом для эмпирического исследования является подтверждение гипотезы о том, что инфраструктурное развитие локальных рынков сибирских регионов является фактором воздействия цифровых технологий. Можно сделать вывод, что намечается тенденция к увеличению межрегиональных взаимосвязей за счёт цифрового влияния, что способствует развитию экономики регионов, входящих в структуру макрорегионов. В сибирских регионах традиционно развиты отрасли строительной и агропромышленной индустрий, которые оказывают значительное влияние на рост валового регионального продукта, так как в них заняты большая часть трудоспособного населения. С другой стороны, данные отрасли являются территориально локализованными, соответственно развитие локальных рынков продукции и ресурсов смежных продуктовых направлений будет в

последующие периоды в большей степени определяться наличием соответствующих цифровых платформ.

Полученные результаты позволяют выявить резервы развития региональных локальных рынков за счёт цифровых трансформаций. В качестве индикаторов региональных систем принимаются такие факторы как цифровой, производственный, инновационный, трудовой и потребительский (пример отображения значимых факторов для регионального агропромышленного комплекса представлен в таблице 2).

Таблица 2. Выявление факторов развития сбалансированности локальных рынков для агропромышленного комплекса по мониторинговым компонентам крупномасштабных цифровых систем

Фактор	Группа повышенных значений компонентов факторов	Группа пониженных значений компонентов факторов	Отклонение	Коэффициенты регрессии	Влияние факторов на отклонение
цифровой	$x_{1 \max}$	$x_{1 \min}$	Δ_1	0,436	γ'_1
производственный	$x_{2 \max}$	$x_{2 \min}$	Δ_2	0,371	γ'_2
инвестиционный	$x_{3 \max}$	$x_{3 \min}$	Δ_3	0,355	γ'_3
трудовой	$x_{4 \max}$	$x_{4 \min}$	Δ_4	0,330	γ'_4
потребительский	$x_{5 \max}$	$x_{5 \min}$	Δ_5	0,369	γ'_5
Интегральное значение влияния факторов на отклонение					$\sum \gamma'$

На основе полученных мониторинговых данных и по результатам эконометрического анализа с заданной степенью адекватности можно определять количественные значения целевых показателей для прогноза социально-экономического развития регионов.

Так, например, для достижения целей устойчивого развития территорий, имеющих развитое сельское хозяйство, необходимо использовать ресурсосберегающие технологии, которые связаны, прежде всего, с цифровыми технологиями. Поэтому взаимодействие локальных региональных рынков на базе общих цифровых платформ является необходимым условием для социально-экономического развития. А мониторинговые показатели позволяют выявить территории, имеющие наибольший потенциал по ресурсам развития сельского хозяйства: трудоспособное население, необрабатываемые пашни и незадействованные пастбища, близость к объектам инфраструктуры, кормовые базы, близость к территориально локализованным конкурентным производствам и др.

Заключение

Исследование влияния цифровых технологий на эффективность и связанность локальных рынков в рамках макрорегиона показало, что увеличение масштабов цифрового развития является определяющим. Это дополняет исследования по методологии крупномасштабных цифровых систем. Использование эконометрических методов с обоснованием возможности применения двухфакторной модели для мониторинга крупномасштабных цифровых систем, где $N > 10000$ объектов наблюдения дало возможность изучить процессы локализации региональных рынков на уровне макрорегиона, что является актуальным в современных условиях развития цифровой экономики, когда возрастает роль цифровой инфраструктуры для повышения открытости и связанности локальных рынков. Результаты исследования подтвердили возможность мониторинга индикаторов экономической активности локальных рынков макрорегионов с учётом воздействий крупномасштабных цифровых систем с использованием ГИС-технологий. Полученные результаты также показывают, что чем выше неравномерность в пространственном развитии, тем сильнее влияние цифровых технологий на повышение производительности в региональных отраслях сектора. Следует отметить, что для оценки неравномерности пространственного развития макрорегиона возможно наряду с индексом Тейла использовать индекс Уильямсона в модели мониторинга крупномасштабных цифровых систем.

Литература

1. *Kuznets S.* Economic growth and income inequality // *American Economic Review*. Vol. 45. 1955, № 1. – P.1-28.
2. *Krugman P., Elizondo R. L.* Trade policy and the third world metropolis // *Journal of development economics*. Vol. 49. 1996, № 1. – P.137-150.
3. *Marhsall A.* Principles of economics. – Macmillan, 1920.
4. *Combes P. P., Gobillon L.* The empirics of agglomeration economies // *Handbook of regional and urban economics*. – Elsevier, 2015. – Т. 5. – С. 247-348.
5. *Fujita M., Krugman P. R., Venables A.* The spatial economy: Cities, regions, and international trade. – MIT press, 1999.
6. *Stepanovskaya I.A.* "Digital Economics Cyclic Development on Socio-cyber-physical Self-organization Platform," 2020 13th International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD), Moscow, Russia, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/MLSD49919.2020.9247778.
7. *Wan J., Yin B., Li D., Celesti A., Tao F. and Hua Q.* "An Ontology-Based Resource Reconfiguration Method for Manufacturing Cyber-Physical Systems," in *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, vol. 23, no. 6, pp. 2537-2546, Dec. 2018, doi: 10.1109/TMECH.2018.2814784.
8. *Wang Y.* "Exploring the collaborative development path of intelligent vehicle industry driven by digital economy," 2021 2nd International Conference on E-Commerce and Internet Technology (ECIT), 2021, pp. 83-86, doi: 10.1109/ECIT52743.2021.00025.
9. *Williamson J. G.* Regional inequality and the process of national development: a description of the patterns // *Economic development and cultural change*. Vol. 13. 1965, № 4, Part 2. – P.1-84.
10. *Andrews I., Stock J. H., Sun L.* Weak Instruments in Instrumental Variables Regression: Theory and Practice // *Annual Review of Economics*. Vol. 11. 2019, № 1. – P. 727-753.