

УДК 332.1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Побирченко В. Р., Побирченко В. В.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация

E-mail: viktoriya_crimea@list.ru

В статье проведен комплексный анализ теоретических основ моделирования социально-экономического развития региона, раскрываются ключевые методологические подходы и современные технологии прогнозирования социально-экономических процессов. Рассматриваются основные классы моделей, включая экономико-математические, имитационные, когнитивные и пространственно-экономические модели, их особенности, области применения и сравнительные характеристики. Особое внимание уделено роли моделирования в стратегическом управлении регионом, позволяющем разрабатывать эффективные программы экономического роста, прогнозировать изменения в структуре экономики и разрабатывать сценарии развития территорий.

Внимание авторов акцентировано на существующих проблемах и ограничениях применяемых моделей, таких как нехватка достоверных данных, сложность учета динамических факторов и ограниченная адаптивность моделей к быстро меняющимся условиям внешней среды. Анализируются способы преодоления этих барьеров с помощью передовых технологий, включая искусственный интеллект, машинное обучение и использование Big Data для анализа многомерных социально-экономических данных. Также рассмотрены перспективные направления развития моделирования, такие как интеграция цифровых двойников территорий, создание гибридных моделей, сочетающих количественные и качественные методы анализа, и совершенствование геоинформационных систем для пространственного анализа социально-экономических процессов.

Полученные результаты могут быть полезны для ученых, занимающихся исследованием регионального развития, а также для органов государственной власти и местного самоуправления, ответственных за планирование и реализацию региональной политики. Внедрение современных подходов к моделированию социально-экономического развития позволит повысить точность прогнозирования, обеспечить эффективное управление ресурсами и сформировать устойчивые стратегии развития регионов в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: регион, моделирование, социально-экономическое развитие, устойчивое развитие, экономико-математические модели, имитационные модели, когнитивные модели, прогнозирование, Big Data, цифровые двойники.

ВВЕДЕНИЕ

Современные регионы представляют собой сложные социально-экономические системы, развитие которых зависит от множества факторов: демографических, инфраструктурных, институциональных, экологических и экономических. Управление таким развитием требует применения научно обоснованных подходов, позволяющих прогнозировать динамику показателей и разрабатывать эффективные стратегии. В этой связи моделирование социально-экономического развития региона является одним из ключевых инструментов анализа и принятия решений [15].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения устойчивого развития регионов, оптимального распределения ресурсов и снижения социально-экономических дисбалансов. В условиях глобальных вызовов, таких как экономические кризисы, демографические изменения и технологические

трансформации, регионы сталкиваются с необходимостью адаптации к изменяющимся условиям. Эффективные методы моделирования позволяют предсказать последствия различных управленческих решений, что особенно важно в условиях высокой неопределенности.

Исследования в данной области ведутся на протяжении нескольких десятилетий. Основоположниками экономико-математического моделирования стали В. Леонтьев (W. Leontief, 1953), разработавший межотраслевой баланс, и Дж. Форрестер (Jay W. Forrester, 1969), заложивший основы системной динамики. В отечественной науке значительный вклад в развитие моделей региональной экономики внесли А. И. Татаркин, В. М. Полтерович, а также ряд современных исследователей, таких как С. В. Андриянов [2], Д. М. Журавлев и В. К. Чаадаев [4], З. Н. Исмиханов [6], С. С. Красных [8], А. В. Лапин и М. В. Ильичев [9], Е. Д. Маркина [10], Н. М. Румянцев [14], Ж. К. Хубиева [19] и др., разрабатывающих когнитивные и имитационные модели анализа.

Несмотря на достижения в области моделирования социально-экономического развития, остаются нерешённые вопросы, касающиеся, в том числе, адаптивности моделей к быстро меняющимся условиям и доступностью данных для анализа.

Цель статьи – проанализировать современные методы моделирования социально-экономического развития региона, классифицировать основные подходы, выявить их ограничения и предложить перспективные направления развития.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Социально-экономическое развитие региона представляет собой процесс изменения экономических и социальных характеристик территории, направленный на повышение уровня жизни населения, улучшение экономических показателей и инфраструктуры, а также обеспечение устойчивого роста и конкурентоспособности региона. Это динамическая система, в которой различные компоненты взаимосвязаны и влияют друг на друга.

Одним из ключевых параметров, характеризующих социально-экономическое развитие, является валовый региональный продукт (ВРП), который выражает совокупную стоимость всех товаров и услуг, произведенных в регионе за определенный период времени. Дополнительно развитие региона характеризуется такими показателями, как уровень безработицы, инвестиционная привлекательность, уровень доходов населения и др.

Оценка социально-экономического развития региона возможна на основе совокупности макроэкономических и социальных показателей, среди которых можно выделить:

- ВРП на душу населения;
- Индекс человеческого развития (ИЧР), рассчитываемый по формуле:

$$\text{ИЧР} = \frac{1}{3}(I_{зд} + I_{обр} + I_{ур}), \text{ где} \quad (1)$$

$I_{зд}$ – индекс ожидаемой продолжительности жизни,

$I_{обр}$ – индекс уровня образования,

$I_{ур}$ – индекс уровня жизни;

- Коэффициент занятости населения;
- Индекс инвестиционной активности (Инв), отражающий долю инвестиций в основной капитал в структуре ВРП:

$$I_{\text{кап}} = \frac{I_{\text{кап}}}{\text{ВРП}}, \text{ где} \quad (2)$$

$I_{\text{кап}}$ – объем инвестиций в основной капитал.

Эти показатели не только отражают текущее состояние региона, но и позволяют выявлять тенденции и прогнозировать его дальнейшее развитие.

Однако статическая оценка показателей не дает полного представления о возможных сценариях социально-экономического развития. Для повышения эффективности управления регионом требуется не просто анализ существующих данных, а их интеграция в прогнозные модели.

Моделирование социально-экономического развития региона позволяет:

- Выявлять причинно-следственные связи между различными экономическими и социальными параметрами.
- Прогнозировать изменения ключевых показателей в зависимости от внутренних и внешних факторов.
- Разрабатывать сценарии развития региона с учетом различных стратегий управления.
- Оптимизировать использование ресурсов и инвестиционных потоков.

Моделирование социально-экономического развития региона основывается на нескольких ключевых принципах: 1) системность – регион рассматривается как сложная система с множеством взаимосвязанных элементов; 2) динамичность – модели учитывают изменения во времени, позволяя прогнозировать развитие региона; 3) многофакторность – модели включают экономические, демографические, институциональные и природные факторы; 4) адаптивность – возможность корректировки моделей в зависимости от новых данных и условий развития.

Сложностью и многогранностью самого объекта исследования обусловлено разнообразие подходов к моделированию социально-экономического развития региона. Все модели социально-экономического развития региона можно разделить на несколько категорий:

1. Детерминированные и стохастические модели:

- Детерминированные модели предполагают точность всех входных данных и не учитывают случайные факторы.
- Стохастические модели включают случайные переменные, что делает их более реалистичными для экономических прогнозов.

2. Статические и динамические модели:

- Статические модели анализируют состояние экономики на конкретный момент времени.
- Динамические модели позволяют учитывать изменения показателей во времени и строить прогнозы.

3. Количественные и качественные модели:

- Количественные модели включают математические, эконометрические и статистические методы анализа.

- Качественные модели базируются на экспертных оценках, когнитивных картах и сценарном анализе.

4. Пространственно-экономические модели:

- Модели размещения производств.
- Гравитационные модели взаимодействия регионов.
- Кластерный анализ и анализ концентрации экономической активности.

Региональная экономика представляет собой динамическую систему, включающую множество взаимосвязанных факторов: экономических, социальных, технологических, экологических и политических. В зависимости от целей исследования, доступности данных и специфики задач используются различные модели, каждая из которых имеет свои преимущества и ограничения.

1. Экономико-математические модели. Применяются для количественного анализа и прогнозирования социально-экономического развития региона. Они позволяют формализовать влияние различных факторов на развитие территории и оценивать эффективность экономической политики. Одной из ключевых моделей является модель межотраслевого баланса, разработанная В. Леонтьевым:

$$X=(I-A)^{-1}FX, \text{ где} \quad (3)$$

- X – вектор выпуска продукции;
- A – матрица коэффициентов прямых затрат;
- F – вектор конечного спроса;
- I – единичная матрица.

Другим распространённым подходом является модель производственной функции Кобба–Дугласа, описывающая зависимость выпуска продукции от капитала и труда:

$$Y = AK^{\alpha}L^{1-\alpha}Y, \text{ где} \quad (4)$$

- Y – объем выпуска;
- K – капитал;
- L – трудовые ресурсы;
- A – технологический коэффициент;
- α – эластичность выпуска по капиталу.

2. Имитационные модели позволяют прогнозировать динамику региона в условиях неопределенности. Имитационные модели используются для анализа сложных экономических систем, в которых взаимодействуют многочисленные агенты – предприятия, домохозяйства, государственные структуры. Одним из таких подходов является агентное моделирование [3; 9], которое позволяет прогнозировать поведение экономических агентов и оценивать влияние различных политик на развитие региона.

Примером является модель динамики рынка труда, в которой изменение численности занятых (L_t) описывается уравнением:

$$L_{t+1} = L_t + (h-u)L_t, \text{ где} \quad (5)$$

- h – коэффициент найма;
- u – коэффициент увольнения.

Имитационные модели позволяют учитывать стохастические процессы и адаптацию агентов к изменениям в экономической среде.

3. Когнитивные модели основаны на экспертных оценках и анализе причинно-следственных связей [6; 10]. Одним из инструментов когнитивного моделирования является метод Байесовских сетей, который позволяет прогнозировать развитие региона на основе вероятностных зависимостей между переменными:

$$P\left(\frac{A}{B}\right) = \frac{P\left(\frac{B}{A}\right)P(A)}{P(B)}, \text{ где} \quad (6)$$

$P\left(\frac{A}{B}\right)$ – вероятность события А при наступлении события В,

$P\left(\frac{B}{A}\right)$ – условная вероятность В,

$P(A)$ и $P(B)$ – априорные вероятности.

Когнитивные модели используются для прогнозирования социальных процессов, оценки устойчивости региональной экономики и выявления ключевых факторов риска.

4. Пространственно-экономические модели учитывают территориальные особенности. К пространственно-экономическим моделям относят:

– Модель гравитационного притяжения (гравитационная модель). Описывает взаимосвязь между регионами на основе экономического потенциала и расстояния между ними:

$$T_{ij} = G \frac{P_i P_j}{D_{ij}^2}, \text{ где} \quad (7)$$

T_{ij} – объем взаимодействия между регионами i и j ,

P_i, P_j – экономический потенциал регионов (например, ВРП или численность населения),

D_{ij} – расстояние между регионами,

G – коэффициент пропорциональности.

– Модель кластерного анализа позволяет выявлять группы регионов со схожими экономическими характеристиками и формировать стратегии их развития, например, используя метод k -средних:

$$C_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} n_k, \text{ где} \quad (8)$$

C_k – центр кластера,

X_i – объекты, принадлежащие кластеру,

n_k – число объектов в кластере.

Пространственно-экономические модели помогают выявить точки роста и определить направления регионального развития [3].

5. Оптимизационные модели позволяют находить наилучшие решения в условиях ограниченных ресурсов. К таким моделям относится линейное программирование, формулируемое следующим образом:

$$\text{Max } Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n + \dots + c_n x_n \quad (9)$$

при условиях:

$$A_{11}x_1 + A_{12}x_2 + \dots + A_{1n}x_n \leq b_1$$

$$A_{21}x_1 + A_{22}x_2 + \dots + A_{2n}x_n \leq b_2, \text{ где}$$

Z – целевая функция,
 x_i – управляемые переменные,
 c_i – коэффициенты полезности,
 A_{ij} – коэффициенты ограничений,
 b_j – допустимые значения ограничений.

Оптимизационные модели применяются для планирования бюджета региона, распределения инвестиций и оценки эффективности государственных программ.

6. Регрессионные модели используются для выявления взаимосвязей между социально-экономическими показателями региона. Основной формой такой модели является множественная линейная регрессия:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon, \text{ где} \quad (10)$$

Y – зависимая переменная,
 X_i – независимые переменные,
 β_i – коэффициенты регрессии,
 ε – случайная ошибка.

7. Эконометрические модели позволяют анализировать влияние различных факторов на социально-экономическое развитие и прогнозировать будущие тенденции на основе исторических данных.

Наиболее полно учесть множество факторов развития и сформировать обоснованные управленческие решения позволяет сочетание разных подходов к моделированию.

Так, например, к статистическим и эконометрическим методам моделирования, а также частично к пространственно-экономическому относят расчет индекса Херфиндаля–Хиршмана. Он применяется для анализа распределения отраслей, конкуренции на рынках и устойчивости региональной экономики. Формула расчета индекса Херфиндаля–Хиршмана (НИ):

$$НИ = \sum_{i=1}^n s_i^2, \text{ где} \quad (11)$$

- s_i^2 – доля сектора I в экономике региона (например, доля отрасли в ВРП или занятости),
- n – количество секторов в экономике региона [14].

Как релевантный инструмент для анализа совокупности параметров, характеризующих развитие региона, уже несколько десятилетий зарекомендовал себя индекс Торнквиста. Он применяется в экономическом анализе для оценки динамики и факторов экономического роста, продуктивности и эффективности использования ресурсов. Индекс Торнквиста [20] (или индекс Торнквиста–Тейла) представляет собой агрегированную показательную функцию, используемую в эконометрике и статистике для расчета средневзвешенных темпов роста различных экономических параметров. Он особенно полезен при анализе структурных изменений в экономике региона, позволяя оценить вклад отдельных факторов в общий экономический рост.

Пусть в рамках проводимого исследования в качестве социально-экономических систем (СЭС) рассматриваются m СЭС (стран, регионов, финансово-промышленных

групп или иных СЭС, функционирующих на макро или мезо уровнях системной иерархии в экономике).

Корзина – совокупность n факторов (или – по иной терминологии – детерминант; их обозначим $A_{j,i}$, $j=1, \dots, m$; $i=1, \dots, n$) в j -й СЭС, которые исследователь по каким-либо для него существенным признакам выбрал для расчета из общего числа имеющихся факторов. Список факторов – единый для всех исследуемых m СЭС.

Для конкретизации процесса изложения материала, пусть $A_{j,i}$ – выборочные статьи расходов j -той СЭС. Пусть величина расходов j -той СЭС к моменту времени $t-\Delta t$ для каждого i -того фактора $A_{j,i,t-\Delta t}$ равнялась $p_{j,i,t-\Delta t}$, а величина расходов j -той СЭС к моменту времени t для каждого i -того фактора $A_{j,i,t}$ равнялась $p_{j,i,t}$.

Тогда общая сумма расходов j -той СЭС ($\Sigma A_{j,t-\Delta t}$) по анализируемой корзине к моменту времени $t-\Delta t$ по всем $A_{j,i}$ равна:

$$\Sigma A_{j,t-\Delta t} = \sum_{i=1}^n p_{j,i,t-\Delta t}. \quad (12)$$

А общая сумма расходов j -той СЭС ($\Sigma A_{j,t}$) по анализируемой корзине к моменту времени t по всем $A_{j,i,t}$ равна:

$$\Sigma A_{j,t} = \sum_{i=1}^n p_{j,i,t}. \quad (13)$$

В рассматриваемом примере исследователя, как правило, интересует сопоставимость расходов по каждому фактору $A_{j,i,t}$ с совокупными расходами j -той СЭС, где $T_{j,t-\Delta t}$ – совокупные расходы j -той СЭС к моменту времени $t-\Delta t$, $T_{j,t}$ – совокупные расходы j -той СЭС к моменту времени t . Тогда весовые коэффициенты расходов j -той СЭС в соответствующий момент времени по каждому фактору $A_{j,i,t}$ вычисляются по формулам:

$$w_{j,i,t-\Delta t} = \frac{p_{j,i,t-\Delta t}}{T_{j,t-\Delta t}}; \quad w_{j,i,t} = \frac{p_{j,i,t}}{T_{j,t}}. \quad (14)$$

Здесь весовые коэффициенты отражают удельный вес расходов на фактор $A_{j,i}$ в совокупных расходах j -той СЭС в соответствующий момент времени.

Простой индекс Торнквиста (IT_j) за период времени $(t-\Delta t;t)$ для j -той СЭС можно рассчитать следующим образом [20]:

$$IT_j = \prod_{i=1}^n \left(\frac{p_{j,i,t}}{p_{j,i,t-\Delta t}} \right)^{1/2} \left[\frac{p_{j,i,t-\Delta t} w_{j,i,t-\Delta t} + p_{j,i,t} w_{j,i,t}}{\sum_{i=1}^n (p_{j,i,t-\Delta t} w_{j,i,t-\Delta t}) + \sum_{i=1}^n (p_{j,i,t} w_{j,i,t})} \right]. \quad (15)$$

Простой индекс Торнквиста (IT_j) показывает относительное изменение расходов по анализируемой корзине для j -той СЭС за период времени $(t-\Delta t;t)$ по отношению к значению индекса за предыдущий период, который закончился в момент времени $t-\Delta t$.

Актуальность применения индекса Торнквиста сохраняется и в современных условиях, так как он:

- Позволяет учитывать структурные изменения в экономике региона.
- Используется в современных эконометрических моделях, включая анализ региональной конкурентоспособности.
- Является основой для построения индексов эффективности использования факторов производства.
- Учитывает инновационные и технологические изменения в региональном развитии.

Таким образом, индекс Торнквиста остается одним из наиболее значимых инструментов анализа динамики социально-экономического развития региона, позволяя оценивать совокупность параметров и выявлять ключевые факторы роста.

Выделяют следующие проблемы и ограничения существующих моделей.

1. Одной из ключевых проблем при моделировании социально-экономического развития регионов является нехватка качественных и актуальных данных.

Достоверность моделей зависит от полноты информации о демографических, экономических и социальных процессах. В ряде случаев статистические данные могут быть неполными, устаревшими или несопоставимыми между регионами, что снижает точность прогнозов.

Для оценки достоверности данных применяется коэффициент вариации (V):

$$V = \frac{\sigma}{X} \times 100\%, \text{ где} \quad (16)$$

σ – стандартное отклонение,

X – среднее значение показателя.

Высокие значения V свидетельствуют о нестабильности данных и возможных ошибках в прогнозах [19].

2. Ограничения количественных методов и необходимость экспертных оценок.

Количественные методы моделирования, такие как эконометрический и регрессионный анализ, позволяют выявлять зависимости между переменными, но не всегда могут учитывать сложные социально-экономические процессы. В связи с этим важную роль играет использование экспертных систем и когнитивных моделей, которые позволяют учитывать качественные характеристики развития региона.

Примером является метод анализа иерархий (АИР), который основывается на экспертных оценках и матрице парных сравнений:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 \end{bmatrix} \quad (17)$$

Этот метод позволяет учитывать субъективные факторы и снижает влияние ограниченности количественных данных [1].

3. Ограниченная адаптивность моделей к изменяющимся условиям

Большинство используемых моделей основано на исторических данных и не всегда может оперативно адаптироваться к быстро меняющимся экономическим условиям. Это особенно актуально для кризисных ситуаций, когда модели, построенные на стабильных трендах, могут давать некорректные прогнозы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-...

Для учета динамических изменений применяется адаптивная регрессия (Y), в которой коэффициенты модели обновляются в зависимости от новых данных:

$$Y_t = \beta_{0,t} + \beta_{1,t}X_{1,t} + \varepsilon_t Y_{1,t} + \varepsilon_t, \text{ где} \quad (18)$$

$\beta_{0,t}, \beta_{1,t}$ – параметры, изменяющиеся во времени [15].

4. Влияние внешнеэкономических факторов на результаты моделирования.

Социально-экономическое развитие региона зависит не только от внутренних факторов, но и от внешнеэкономической конъюнктуры, включая колебания валютных курсов, санкции, изменения в мировой торговле. Эти факторы трудно предсказать и учесть в традиционных моделях. Для оценки влияния внешнеэкономических факторов используются гравитационные модели, основанные на зависимости торговых потоков от экономического потенциала стран–партнеров (расчет можно произвести по формуле 7) [3].

Перспективные направления развития моделирования региональной экономики.

1) Развитие интегрированных моделей с применением искусственного интеллекта.

Использование искусственного интеллекта (ИИ) в моделировании социально-экономического развития регионов позволяет анализировать большие массивы данных, выявлять скрытые закономерности и формировать более точные прогнозы. Одним из перспективных направлений является применение нейронных сетей, которые способны адаптироваться к изменяющимся условиям и корректировать прогнозы на основе новых данных.

Один из используемых алгоритмов – глубокая нейронная сеть (DNN) – математически представляется следующим образом:

$$Y = f(WX+B), \text{ где} \quad (19)$$

Y – прогнозируемое значение,

W – матрица весов,

X – входные данные (макроэкономические показатели, инвестиционные потоки),

B – вектор смещения,

$f(\cdot)$ – функция активации (например, ReLU или сигмоида).

ИИ–модели уже используются для прогнозирования динамики занятости, ВРП и оценки эффективности государственных программ [1].

2) Использование больших данных (Big Data) в моделировании.

Big Data позволяет моделировать региональное развитие с учетом огромного количества параметров, включая миграционные потоки, потребительские предпочтения, инвестиционную активность и экологические данные.

Анализ больших данных позволяет:

- Выявлять тренды социально-экономического развития в реальном времени;
- Определять факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность региона;
- Прогнозировать изменения на основе потоковых данных из различных источников (социальные сети, банковские транзакции, спутниковые снимки).

Одним из методов анализа больших данных является кластеризация методом k –средних (расчет можно произвести по формуле 8) [14].

3) Цифровизация регионального управления и внедрение цифровых двойников территорий.

Цифровизация регионального управления включает использование геоинформационных систем (ГИС), цифровых платформ для сбора и анализа данных, а также внедрение цифровых двойников территорий. Цифровые двойники позволяют моделировать инфраструктурные изменения, оценивать влияние транспортных и жилищных проектов и повышать эффективность управления.

Примером математического описания цифровых двойников является уравнение пространственного распределения населения:

$$P(x, t) = P_0 e^{rt - D\nabla^2 t}, \text{ где} \quad (20)$$

$P(x, t)$ – плотность населения в точке x в момент времени t ,

P_0 – начальная плотность населения,

r – коэффициент роста,

D – коэффициент пространственного распределения [3].

4) Совершенствование инструментов анализа устойчивого развития.

Анализ устойчивого развития региона требует комплексного подхода, включающего оценку экономических, социальных и экологических факторов. Для оценки устойчивости используется интегральный индекс устойчивости (IUR):

$$IUR = w_1 I_{econ} + w_2 I_{soc} + w_3 I_{env}, \text{ где} \quad (21)$$

I_{econ} , I_{soc} , I_{env} – индексы экономической, социальной и экологической устойчивости,

w_1 , w_2 , w_3 – веса показателей, определяемые экспертным методом [15].

Совершенствование инструментов анализа устойчивого развития позволит повысить точность прогнозов и сформировать сбалансированные стратегии территориального развития.

ВЫВОДЫ

Моделирование социально-экономического развития региона является важнейшим инструментом анализа, прогнозирования и стратегического управления, позволяя не только оценивать текущее состояние экономики, но и разрабатывать эффективные сценарии ее дальнейшего развития. В ходе исследования были рассмотрены различные подходы к моделированию, их теоретические основы, преимущества и ограничения, что позволило выявить ключевые тенденции в данной области.

Одним из важнейших выводов является значимость моделирования для управления развитием регионов. Применение экономико-математических, имитационных, когнитивных и пространственно-экономических моделей способствует комплексному анализу состояния региональных систем и их динамики. Использование таких моделей в региональной политике позволяет принимать обоснованные управленческие решения, направленные на повышение инвестиционной привлекательности, обеспечение устойчивого экономического роста и улучшение уровня жизни населения. Системный подход к моделированию регионального развития открывает новые возможности для повышения

эффективности распределения ресурсов, выявления точек роста и смягчения социально-экономических диспропорций.

При этом выявлены определенные проблемы и ограничения существующих моделей. Одной из ключевых проблем является дефицит качественных и актуальных данных, который снижает точность прогнозов и требует разработки новых механизмов интеграции больших данных и машинного обучения в процесс моделирования. Кроме того, многие традиционные модели обладают ограниченной адаптивностью, что затрудняет их применение в условиях резких экономических изменений и кризисных ситуаций. Влияние внешнеэкономических факторов, таких как глобальные экономические кризисы, торговые ограничения и изменение цен на сырьевые ресурсы, также вносит значительные корректировки в результаты моделирования. Это требует создания более сложных и гибких моделей, способных учитывать международные риски и адаптироваться к изменяющимся условиям мировой экономики.

В перспективе развитие моделирования социально-экономического развития региона должно основываться на интеграции передовых технологий и методов анализа. Одним из наиболее перспективных направлений является внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения, что позволит существенно повысить точность прогнозов и автоматизировать обработку больших массивов данных. Цифровизация регионального управления и внедрение концепции цифровых двойников территорий открывают новые возможности для детального моделирования экономических процессов и оценки последствий управленческих решений в режиме реального времени. Использование технологий Big Data позволит проводить многопараметрический анализ, выявлять скрытые закономерности в социально-экономическом развитии и формировать обоснованные стратегии долгосрочного планирования. Кроме того, совершенствование инструментов анализа устойчивого развития региона, основанных на многокритериальных методах и геоинформационных системах, позволит учитывать сложные взаимосвязи между экономическими, социальными и экологическими параметрами.

Таким образом, дальнейшее развитие исследований в области моделирования социально-экономического развития региона должно быть направлено на разработку адаптивных и многокомпонентных моделей, сочетающих количественные и качественные методы анализа. Особое внимание следует уделить созданию интерактивных цифровых платформ прогнозирования, обеспечивающих интеграцию разнородных данных, автоматизацию аналитики и повышение оперативности принятия решений в региональной политике. Внедрение таких подходов позволит обеспечить более точное прогнозирование, повысить устойчивость региональной экономики к внешним вызовам и способствовать сбалансированному социально-экономическому развитию территории.

Список литературы

1. Авдученко Е. А. Моделирование влияния социально-экономических факторов развития на показатель экономической безопасности региона // ЕГИ. 2023. № 5 (49). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-vliyaniya-sotsialno-ekonomicheskikh-faktorov-razvitiya-na-pokazatel-ekonomicheskoy-bezopasnosti-regiona>

2. Андриянов С. В. Развитие методологических основ моделирования социально-экономических систем в контексте управления развитием // Транспортное машиностроение. 2016. № 5 (53). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-metodologicheskikh-osnov-modelirovaniya-sotsialno-ekonomicheskikh-sistem-v-kontekste-upravleniya-razvitiem>
3. Бегунов Н. А. Моделирование развития муниципальных образований на основе агентного подхода // Russian Journal of Education and Psychology. 2011. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-razvitiya-munitsipalnyh-obrazovaniy-na-osnove-agentnogo-podhoda>
4. Журавлев Д. М., Чаадаев В. К. Моделирование процессов сложной социально-экономической системы при выборе стратегических приоритетов развития // Стратегирование: теория и практика. 2023. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protsessov-slozhnoy-sotsialno-ekonomicheskoy-sistemy-pri-vybore-strategicheskikh-prioritetov-razvitiya>
5. Зиганшин И. И., Серебрякова Т. Ю. Сбалансированность развития региона как субъект факторов риска // Oeconomia et Jus. 2023. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sbalansirovannost-razvitiya-regiona-kak-subekt-faktorov-riska>
6. Исмиханов З. Н. Моделирование социально-экономического развития региона на основе когнитивного подхода (на примере республики Дагестан) // Бизнес–информатика. 2015. № 2 (32). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-regiona-na-osnove-kognitivnogo-podhoda-na-primere-respubliki-dagestan>
7. Кисилев В. В. Экономико-математическое моделирование процессов устойчивого развития региона // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2009. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-matematicheskoe-modelirovanie-protsessov-ustoychivogo-razvitiya-regiona>
8. Красных С. С. Имитационное моделирование социально-экономических процессов в территориальных системах // Журнал экономической теории. 2020. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnoe-modelirovanie-sotsialno-ekonomicheskikh-protsessov-v-territorialnyh-sistemah>
9. Лапин А. В., Ильичев М. В. Моделирование социально-политических и экономических процессов в регионе: агентоориентированный подход // Власть. 2024. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-sotsialno-politicheskikh-i-ekonomicheskikh-protsessov-v-regione-agentoorientirovannyy-podhod>
10. Маркина Е. Д. Основы моделирования социально-экономического развития сельских территорий на основе когнитивного подхода (на примере Ростовской области) // Никоновские чтения. 2018. № 23. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovy-modelirovaniya-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-selskikh-territoriy-na-osnove-kognitivnogo-podhoda-na-primere-rostovskoy>
11. Никитина А. В. Развитие методических подходов к исследованию социально-экономической конъюнктуры региона на основе вербально-графического моделирования // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. 2020. № 3–1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-metodicheskikh-podhodov-k-issledovaniyu-sotsialno-ekonomicheskoy-konyunktury-regiona-na-osnove-verbalno-graficheskogo>
12. Окрепилов В. В. Моделирование социально-экономических систем с использованием инструментов экономики качества // Экономика и управление. 2017. № 11 (145). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-sotsialno-ekonomicheskikh-sistem-s-ispolzovaniem-instrumentov-ekonomiki-kachestva>
13. Ревенко Д. С., Лыба В. А., Горячева К. И. Детерминированное моделирование устойчивости динамических социально-экономических систем // БИ. 2014. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/determinirovannoe-modelirovanie-ustoychivosti-dinamicheskikh-sotsialno-ekonomicheskikh-sistem>
14. Румянцев Н. М. Методические подходы к моделированию социально-экономического развития региона: достоинства и недостатки // Научные записки молодых исследователей. 2020. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-modelirovaniyu-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-regiona-dostoinstva-i-nedostatki>
15. Седаков И. А. Общие методологические подходы к моделированию и прогнозированию социально-экономического развития региона // Проблемы прогнозирования. 2008. № 4. [Электронный

ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschie-metodologicheskie-podhody-k-modelirovaniyu-i-prognozirovaniyu-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-regiona>

16. Красных С. С. Имитационное моделирование социально-экономических процессов в территориальных системах // Журнал экономической теории. 2020. Т. 17. № 2. С. 503–508.

17. Урунов А. А., Морозова И. М. Методология оценки качества экономического пространства региона // Регионология. 2024. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-otsenki-kachestva-ekonomicheskogo-prostranstva-regiona>

18. Хайруллин Р. З. Применение метода байесовских сетей для установления причинно-следственных связей // Известия ТулГУ. Технические науки. 2022. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-bayesovskih-setey-dlya-ustanovleniya-prichinno-sledstvennyh-svyazey>

19. Хубиева Ж. К. Анализ методик моделирования социально-экономического развития региона // РППЭ. 2016. № 9 (71). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodik-modelirovaniya-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-regiona>

20. Kussy M. Y., Korolyov O. L. Algorithm for calculating the Törnqvist index for assessing changes in quantitative indicators of socio-economic systems and processes (at the Macro and Meso Levels) // CEUR Workshop Proceedings: Yalta, Crimea, 22–25 сентября 2020 года. Yalta, Crimea, 2021. P. 398–403.

Статья поступила в редакцию 10.04.2025