

## **ПРЕДЛОЖЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ АДЕКВАТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ДИНАМИКИ РЕГИОНОВ РОССИИ**

Ускорение научно-технического прогресса, усиление цикличности мировой экономики, реализация Россией инновационного пути развития, как ответа на экономические санкции ряда стран, а также учет интеграционных процессов в Таможенном союзе и в Едином экономическом пространстве стран ЕАЭС обусловили актуальность исследования, в соответствии с принятой «Стратегией пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года», сбалансированного и устойчивого развития регионов с оценкой опережающих индикаторов.

Большинство индикаторов (ISM index, PMI, LII, ZEW) разработаны в США и Евросоюзе. В их основе лежат опросы мнений западных экспертов, используют разные объемы выборок, формализованные критерии их выбора практически отсутствуют, поэтому практически они не могут быть применены к России и прогнозирование их динамики невозможно.

Заметим, что с появлением возможности обработки big data акцент смещается с количества данных на повышение качества информации, в том числе на методы получения оценок параметров и траекторий моделей, взаимодействия их компонент на больших и относительно коротких выборках наблюдений (в 20-50 наблюдений) для мониторинга эволюции, что может быть обеспечено и обоснованием методов идентификации, и применением бутстрепа, формирующего дополнительные «псевдовыборки». Инструментарий должен учитывать стадии циклов регионов в разрезе перспективных экономических специализаций, особенно на ранних стадиях их развития.

Авторы разделяют концепцию нелинейности моделей динамики в эволюционной экономике, изложенной в трудах авторитетных российских и иностранных ученых, отражающую топологию фазового пространства: в эволюции выделяют несколько главных показателей, к которым подстраиваются все остальные. Сотни экономических показателей в таких моделях заменяют тремя-пятью параметрами, определяя развитие объекта, возможные траектории развития, точки бифуркации и устойчивые состояния.

В том числе применяют десятки решений дифференциальных уравнений логистического характера роста (логист): в том числе S-образных кумулятивных и

импульсных колоколообразных, характеризующих тренды диффузии инноваций переменными значениями производных, отражающих экономическую, технологическую и социальную нелинейную динамику. Однако в российской эконометрике до сих пор индикаторами считают и полиномы первого, второго порядка, и экспоненты, а используют практически только логисты Ферхюльста и Гомпертца, предложенные в 60-х годах 19 века. Нами реализованы для адекватного моделирования, сравнительного анализа формирующих логистическую динамику показателей девятнадцать логист и десятков мультитрендов, в том числе авторских. Продолжено развитие и методов их адаптации (изменением расположения и количества точек перегиба, формированием асимметрии) к реальным данным для расширения области их применения.

Учет колебательной компоненты в траектории динамики позволил реализовать кратко- и среднесрочное прогнозирование. Известный прием моделирования сезонной компоненты гармоникой с усредненной на десятках периодах амплитудой не отражает возможность учета ее эволюции. Сложны и неадекватны практике известные методы моделирование циклов Китчина, Жугляра, Кузнецца и Кондратьева.

Структуры моделей мезодинамики обычно назначают аддитивными, в то время как за рубежом активно рассматривают и аддитивно-мультипликативные взаимодействия компонент, отражая и этим нелинейность динамики. Нами реализован анализ ежемесячных показателей регионов РФ и России в целом: объема работ по виду деятельности «строительство», товарных запасы в организациях розничной торговли, базового индекса потребительских цен на товары и услуги, добычи полезных ископаемых, сырой нефти и природного газа, металлических руд, обрабатывающих производства, производства химических веществ и химических продуктов, резиновых и пластмассовых изделий, металлургического, компьютеров, электронных и оптических изделий [1].

- Определено соотношение линейного и нелинейных трендов динамики 78 регионов России с 2005 по 2017 г. (156 наблюдений для каждого индикатора по каждому региону): линейной моделью, обобщенными экспоненциальной и степенной функциями, четырьмя логистами. Обоснованы для идентификации методы Марквардта и Ньютона, AR-MA - модели, генетический алгоритм, «методы имитации отжига» и RPROP. Во всех случаях для возможности мониторинга эволюции на относительно коротких выборках рядов, на которых классическая статистика уже не применима, реализована методология бутстрепа. Линейная модель оказалась лучшей в 3,3% случаев, а логисты - лучшими в 89% случаев.

- Апробировали на мезоданных теорему Е.Е. Слуцкого о том, что сложение случайных причин может порождать циклы малой суммой (оказалось трех!) гармоник с некратными частотами. Авторские AR-MA - модели применены и для трендов и идентификации параметров гармоник на доле ее периода, позволяя моделировать практически важные виды моделей эволюции ее амплитуды [1,2,3].

- Показаны возможности и преимущества новых моделей аддитивно-мультипликативного взаимодействиями трендов, циклов и сезонности мезоданных, в том числе авторских, взвешенного по амплитуде и по частоте [2,3,4].

- Необходимо рассматривать стохастическую компоненту наблюдений мезодинамики как аддитивную смесь распределения Парето «с тяжелыми хвостами», определяемого нелинейностью динамики, и нормального распределения, формируемого за счет неинформативных помех другой природы. Классифицирование нелинейным ядром RBF распределения Парето имеет существенное расхождение значений среднего и квантилей, поэтому результаты моделирования следует сглаживать обобщенным методом наименьших модулей.

Широкий по спектру возможностей адаптации и довольно простой, использующий современный математический и программный инструментарий (в том числе среду R) позволил уточнить в выборках влияния отраслевых и региональных циклов на устойчивость и сбалансированность пространственного развития регионов и макрорегионов России, совершенствовать методы исследования регионального отраслевого цикла, учесть интеграционные процессы.

#### **Основная авторская литература**

1. Российские регионы в условиях санкций: возможности опережающего развития экономики на основе инноваций. Под общей редакцией Г.А. Хмелевой (Семенычев В.К., Коробецкая А.А., Кожухова В.Н. и др.). – Самара: Изд-во Сам. гос. ун-та, 2019. - 446 с.
2. Семенычев В.К., Коробецкая А.А., Кожухова В.Н. Предложения эконометрического инструментария моделирования и прогнозирования эволюционных процессов: монография. – САГМУ, 2015. - 384 с.
3. Semenychev V.K., Kurkin E.I., Semenychev E.V. Modelling and forecasting the trends of life cycle in the production of non-renewable resources // Energy. - 2014. - Vol. 75. - pp. 244-251. (Q1).
4. Semenychev V.K., Kurkin E.I., Semenychev E.V., Danilova A.A. Multimodel forecasting of non-renewable resources production // Energy. - 2017. - 130. - pp. 448 - 460. (Q1).