

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭКОНОМИКЕ

Н.Н. Куницына

Охарактеризованы современные методы моделирования экономических процессов: визуальный, спектральный анализ, разностные преобразования, регрессионного, итеративного анализа, фильтрации.

In the article the modern methods of simulation of economical processes are described: visual, spectral analysis, incremental conversions, regression, iterative analysis, filtration.

Динамика развития любой экономической системы сложна, многомерна, противоречива, поэтому в исследованиях применяется моделирование, выявление устойчивых и неустойчивых, существенных и несущественных факторов, взаимосвязей, тенденций. Модели помогают выявлять системообразующие, регулярные, повторяющиеся в динамике развивающейся системы факторы и на основе познания их закономерностей - описывать происходящие процессы.

Схема построения моделей экономической динамики предполагает последовательность следующих этапов: наблюдение, постановка цели и задач, формулировка проблемы, сбор информации, отбор показателей-функций и показателей-факторов, построение гипотез, эксперимент, разработка вариантов модели, проверка полученной модели на значимость, экономическая интерпретация и прогноз.

Вместе с тем, следует помнить, что основа построения модели - выбор факторов, которые необходимо отобрать все (по возможности), учитывая тот факт, что при наличии большого количества факторов модель неустойчива, а при малом количестве - могут появиться ошибки при принятии решений.

Содержание такого подхода позволяет формировать экономико-математические модели, работать с ними и интерпретировать результаты моделирования.

Особенностью моделирования циклов экономической динамики является придание формализуемым функциям дискретной формы. Признавая непрерывность течения времени, при анализе любого процесса все же

Сборник научных трудов. Серия "Экономика" // Северо-Кавказский государственный технический университет. Ставрополь, 2002. 155 с. ISBN 5-9296-0080-5

искусственно создается дискретность: процесс разбивается на равные по величине отрезки - годы, кварталы, месяцы, недели, дни. Так появляется динамический ряд, то есть несколько или множество числовых величин за различные, но обычно равные по величине периоды времени.

Математическое описание циклов позволяет решать ряд важных задач. В их числе следующие:

- изучение внутренних процессов данного явления, познание его как такового;
- моделирование и, как следствие, изучение поведения параметров циклов под воздействием меняющихся значений факторов;
- использование данных моделируемых жизни в практике перспективного и текущего планирования;
- построение системы моделей, согласование и синхронизация ее информации по принимаемым решениям с системой управления процессом.

Рассмотрим содержательную характеристику математических методов, применяемых для формализации экономических циклов, условия и границы их применения.

Основным методом, к которому до сих пор прибегали в эмпирических исследованиях, является **выделение трендов**. Для этого используются разные функции, описывающие изменение экономических показателей во времени. При помощи обычных статистических процедур подбираются параметры соответствующей трендовой функции, в качестве которой используют экспоненциальные, линейные, полиномиальные, логистические и другие зависимости, определяемые фактической динамикой измеряемого показателя.

Кроме того, большинство экономических рядов представляет собой сложное движение, содержащее в себе тренды и различные колебания, как близкие к периодическим, так и чисто случайные. Методы выделения таких движений часто интуитивны и зависят от субъективного подхода

исследователя. Определение тренда представляет собой поиск процесса в условиях почти полной неопределенности. Все зависит от сформулированной концепции – случаен ли тренд, представляет ли он собой гладкую кривую или нет, и каково соотношение между трендом и случайными элементами, накладываемыми на него. Часто применяемый для определения тренда метод наименьших квадратов позволяет отсеять совершенно неприемлемые траектории и отобрать сравнительно подходящие в рамках субъективных предположений.

Экономические ряды включают более или менее отчетливый тренд, следовательно, возможности и результаты **спектрального анализа** определяются способами элиминирования тренда, которые оставляют желать много лучшего. Примечательно, что неудачный опыт применения спектрального анализа для выделения деловых экономических циклов никто не рассматривает как доказательство их несуществования.

Вместе с тем, С.М. Меньшиков и Л.А. Клименко полагают, что анализ статистических данных при решении проблемы экономических циклов не может играть первостепенную роль, а должен скорее носить вспомогательный характер. Именно поэтому они выступают против использования спектрального анализа и более склонны на первоначальном этапе исследования к простым процедурам, которые применял еще Н.Д. Кондратьев, а также к **визуальному анализу**, который всегда давал богатый материал для формулировки гипотез.

Разностные преобразования С.М. Меньшиков и Л.А. Клименко считают более объективными но они также основаны на предположении о том, что тренд процесса представляет собой полином со случайными коэффициентами. Если тренд близок к прямой, то средняя всех разностей дает оценку коэффициента временного фактора, вычисленного по методу наименьших квадратов.

Производится переход от наблюдаемых показателей к первым разностям, которые также подвергаются статистической обработке и различным преобразованиям (возведению в квадрат, логарифмированию, выравниванию при помощи скользящих средних и т. п.). Квазипериодические отклонения от тренда, более или менее отличающиеся друг от друга по форме и амплитуде, рассматриваются как доказательство существования длинной волны.

Разностные преобразования выделяют тренд, но увеличивают в нем влияние случайных компонент, поэтому применение метода наименьших квадратов предпочтительнее.

Первым в системе экономико-математического моделирования циклов Е.Г. Яковенко называет **метод регрессионного анализа**, применяемый для выбора динамического вида уравнений циклов.

Анализ многофакторной корреляционной или регрессионной модели осуществляется на основе метода наименьших квадратов. В процессе анализа вычисляются необходимые характеристики, их стандартные ошибки и доверительные интервалы, критерии, которые позволяют судить о степени значимости вычисленных величин параметров циклов. В зависимости от задания входных параметров определяются коэффициенты множественной линейной или криволинейной регрессии.

Задавая соответствующим образом параметры, можно получить следующие регрессии: линейную, полиномиальную, мультипликативную, трансцендентную и многие другие. Вид регрессии задается на основании заранее предполагаемой зависимости между показателем-функцией и показателями-факторами.

Вторым методом формализации параметров циклов, по словам Е.Г.Яковенко, является **метод итеративного анализа**. Экономическое содержание процесса итерации сводится к последовательному расчету однотипных итераций, отличающихся лишь обрабатываемой информацией,

но не составом вычислительных операций. В общем случае итерация - этап реализации вычислительного алгоритма. Процесс итеративного анализа оканчивается, если погрешность аппроксимации оказывается в допустимых пределах. Итеративные методы анализа циклов строятся на содержательной экономической основе, в значительной мере являясь развитием и уточнением методов, неформализованно используемых на практике. К числу достоинств методов итеративного анализа относятся возможности экономической интерпретации процесса аппроксимации кривых циклов, учета структурных особенностей этой задачи, использования любых начальных приближений, в том числе не являющихся на практике допустимыми.

Третьим в системе методов формализации циклов жизни является **метод расчета математического ожидания, дисперсии и стандартного отклонения** (ошибки). Эти величины необходимы для расчета доверительных интервалов, которые оценивают достоверность получаемых результатов. Если линия средних не выходит за рамки доверительной зоны, то можно говорить о том, что неравномерность вызвана вариациями малой выборки. После этого путем аппроксимации получают уравнение, описывающее кривую цикла.

Продолжается поиск более точных математических методов выявления квазипериодических долговременных колебаний, который сконцентрировался на проблеме построения специальных **функций-фильтров**. Фильтром в данном контексте называется математическое изоморфное преобразование исходного ряда в новый, элиминирующий колебания определенной частоты. Наряду с трендом динамические ряды содержат целый спектр различных колебаний разной частоты: короткие циклы Китчина ($1/3$), деловые циклы ($1/10$), циклы Кузнеца ($1/21$). Все эти колебания, включая тренд, должны быть элиминированы для точного выделения длинных волн (с частотой $1/48 - 1/56$).

Наиболее распространенным фильтром служит процедура выравнивания динамического ряда при помощи **скользящих средних** соответствующей длины. В частности, предложено использовать для выделения низкочастотных колебаний специальные полосные фильтры, позволяющие пропускать и задерживать колебания определенной частоты.

Следует особо отметить, что с целью отделения длительных колебаний от высокочастотных применяют операцию **осреднения временных рядов**. Такая операция тоже может внести в результирующий ряд дополнительные колебания. Однако если длительные колебания визуально явно проглядываются и их размах больше, чем амплитуда коротких, то применение операции осреднения оправдано. Операция осреднения основана на основе **фильтрации** с применением трех- и девятилетних **скользящих средних** для сглаживания временных рядов.

Фильтрованию иногда подвергаются и исходные показатели перед выделением тренда. Скользящие 9- и 21-летние средние элиминируют среднесрочные экономические циклы Жюглара и Кузнеца; 51-летняя - выделяет вековой тренд; после их применения динамика многих экономических показателей демонстрирует отчетливые долговременные колебания с периодом около 50 лет.

Главным недостатком фильтров, построенных при помощи скользящих средних, является возможность появления искусственных колебаний в результате их применения. Вероятность возникновения периодических колебаний, в том числе низкочастотных, вследствие «пропускания через фильтр» стационарного динамического ряд была продемонстрирована Е. Слуцким в 1937г. С тех пор этот феномен, сегодня уже хорошо исследованный, известен в литературе как «эффект Слуцкого». Как отмечает Б. Шипош, фильтр, адекватный задаче выделения длинной волны, должен элиминировать все колебания с частотой меньше $1/60$, не индуцировать

никаких колебаний, не менять образа длинной волны. Им предложен один из фильтров, обладающий такими свойствами.

В литературе последних лет для установления наличия низкочастотных колебаний предлагаются также специальные фильтры, построенные на основе предположений о характере распределения и достоверности его наблюдений.

Разумеется, указанные методы являются весьма приближенными. Но и процессы, которые исследуются с их помощью, не отличаются высокой устойчивостью. Одно из главных положений теории измерений состоит в требовании соответствия техники измерения характеру измеряемых процессов. Так что использование приближенных методов статистического анализа при изучении длинных волн, на наш взгляд, вполне оправдано. Ведь если длинная волна существует, то в силу общего характера экономических законов, проявляющихся как тенденции, ее теоретически невозможно выделить с помощью методов, рассчитанных на изучение строго повторяющихся явлений. Сторонники точных методов, успешно применявшихся в технике, требуют невозможного, заводя тем самым в тупик дискуссию о существовании длинных волн.

Вместе с тем, в последние годы среди ученых, изучающих долгосрочные тенденции в экономической динамике, все большую поддержку находит идея о необходимости разработки более совершенных методов изучения периодически повторяющихся колебаний. Сравнивая математический аппарат, используемый в экономических исследованиях, с широко применяемыми в физике, Маркети называет эконометрические модели «неуклюжими и косноязычными». Необходимость использования новых математических моделей, аналогичных уже получившим распространение в исследованиях динамических систем в физике, биологии, экологии, психологии, лингвистике, признается во многих работах по теориям длинных волн. В некоторых из них использованы, например,

системы дифференциальных уравнений типа Вольтера-Лотка (при исследовании макроэкономической динамики). Интерес представляет модель системной динамики национальной экономики США, разработанная под руководством Джоя Форрестера в Массачусетском технологическом институте.

Как указывает Плотинский, эта модель системной динамики состоит из нескольких сот соотношений, описывающих поведение в производстве, сфере обращения и политике. В решениях этой модели содержатся все известные в экономике циклы: краткосрочные, среднесрочные и длительные.

Циклическая или, в более широком смысле, колебательная динамика в большей мере соответствует реальным процессам по сравнению с поведением траекторий моделей роста. В ряде научных исследований изучаются инвестиционные, деловые и технологические циклы, а также циклы занятости и хозяйственной конъюнктуры. Разработан ряд теоретических схем и моделей экономических циклов, различающихся исследуемыми факторами, периодичностью и амплитудой соответствующих колебательных режимов. В теории изучены случаи, когда классические и неоклассические модели экономического роста приводят к циклическим решениям. В рамках этих моделей могут быть объяснены колебания основных макроэкономических переменных: национального дохода, капитала, занятости.

Общим недостатком таких моделей является то, что описываемые ими колебательные процессы имеют строго периодический характер, что не всегда соответствует реальным экономико-статистическим данным. Более сложные циклические процессы рассматриваются в так называемых моделях перекрывающихся поколений. В этих моделях в каждый момент времени действуют два поколения индивидов: молодое и старое, выбор которых не всегда совпадает. Модели перекрывающихся поколений позволяют исследовать динамику сложных систем в условиях неопределенности.

В заключении хочется еще раз подчеркнуть значимость математической интерпретации экономических процессов и явлений с позиций их циклической динамики.

Литература

1. Длинные волны: НТП и социально-экономическое развитие / С.Ю. Глазьев, Г.И. Микерин, П.Н. Тесля и др. – Новосибирск: Наука, 1991.- 224 с.
2. Меньшиков С.М., Клименко Л.А. Длинные волны в экономике: когда общество меняет кожу. - М., 1989.
3. Плотинский Ю.М. Математическое моделирование динамики социальных процессов. – М.: Изд-во Моск.гос. ун-та, 1992.
4. Поманский А.Б., Трофимов Г.Ю. Математические модели в теориях экономического цикла. - Экономика и математические методы. – 1989. – Т. 25. – Вып. 5.С. 825-840.
5. Яковенко Е.Г., Басс М.И., Махров Н.В. Циклы жизни экономических процессов, объектов и систем. – М.: Наука, 1991.- 192 с.