

Теория и практика прогнозирования

А.Ю. Лоскутов
физический факультет МГУ

Аннотация

На сегодняшний день большинство методов, которые используются для прогнозирования, так или иначе связаны с построением авторегрессионных моделей. Выбор параметров этих моделей и их идентификации хорошо проработаны, а сами алгоритмы этих методов входят в большинство статистических и эконометрических программных пакетов. Однако глубокие математические результаты, полученные в течение последних двадцати показали, что подход, развиваемый в рамках теории сложных систем, оказывается намного более продуктивным.

Теория сложных систем, благодаря своему междисциплинарному характеру, получила достаточно широкое распространение как наука об общих закономерностях процессов хаотизации и самоорганизации. Как показали теоретические и экспериментальные исследования, эволюция систем самого различного происхождения имеет много общего, что дает возможность описывать их единым образом. Целый ряд идей и методов, некогда используемых только узким кругом исследователей, стали общезначимыми, выходя за рамки специализированных дисциплин. На сегодняшний день методы теории сложных систем успешно применяются во многих областях современной науки, связанных с изучением самых разнообразных процессов. Одним из примеров наиболее плодотворного применения этих методов стало их использование при анализе и прогнозе (т.е. предсказании) временных рядов.

Временной ряд – это расположенная в хронологическом порядке последовательность значений некоторой величины, полученной в результате наблюдения за изучаемой системой. Иными словами, временной ряд – это информация, полученная вследствие наблюдения за системой. Временным рядом может быть, например, какой-либо биржевой индекс или их совокупность. Целью анализа временных рядов является достижение более глубокого понимания тех причинных механизмов, которые лежат в основе динамики порождающих эти ряды нелинейных систем, а также изучения возможности предсказания эволюции этих систем. В первую очередь это связано с тем, что в большинстве случаев в силу недостатка данных о природе явления или чрезвычайной сложности системы не удастся построить адекватную математическую модель. Как правило, в этом случае имеется возможность только наблюдать (пассивно или активно) за эволюцией системы.

Методы обработки и прогнозирования временных рядов развиваются достаточно давно. По-видимому, впервые, они стали разрабатываться в метеорологии – для прогнозирования погоды и в финансовом анализе – для прогноза курса акций. К настоящему времени сфера применения подобных методов значительно расширилась. Сюда добавились гео- и астрофизика, биология и биофизика, социология, психология, т.е. области знания, где имеющиеся модели либо очень сложны и многофакторны, либо, наоборот, имеют скорее качественный характер.

Сейчас анализ временных рядов представляет собой популярный и активно развивающийся раздел математических методов экономики. Во-первых, он дает возможность выявить существо глубинных экономических процессов, зачастую скрытых и неявных. Во-вторых, его применение, как и использование других математических методов экономики, позволяет перевести субъективные и интуитивные суждения на строгий язык

цифр и фактов. Наконец, анализ временных рядов предоставляет возможность с некоторой степенью точности заглянуть в будущее, осуществить прогнозирование развития ситуации. При этом отдельно встает вопрос о точности такого прогноза.

Наиболее распространенный на сегодняшний день класс методов прогноза по временным рядам, предложенный первоначально для целей финансового анализа, – это методы типа ARMA (авторегрессия и скользящее среднее). Имеется также ряд других методов, разработанных в рамках теоретико-вероятностного подхода. Большинство из них базируется на достаточно жестких предположениях о характере исследуемых процессов (стационарности, типе распределения и т.д.). В то же время, при исследовании экономических данных проверка выполнимости этих предположений в должной мере невозможна. Поэтому выводы, полученные на базе формально-статистического инструментария, должны восприниматься с осторожностью и дополняться содержательным анализом. Как теперь выяснилось, методы, основанные на подходах, используемых в математической статистике и теории вероятности, часто работают хуже, чем новейшие способы, основанные на современной теории сложных систем.

В теории временных рядов рассматриваются две основные задачи: *задача идентификации* и *задача прогноза*.

Задача прогноза, видимо, одна из старейших задач анализа временных рядов. Она возникла задолго до появления теории сложных систем и нелинейной динамики, и называлась «предсказанием случайных процессов». При каких условиях могут быть динамически смоделированы некоторые временные ряды и успешно осуществлено их прогнозирование? Когда исследуемая система – детерминированная (или динамическая, т.е. описывается конечным набором обыкновенных дифференциальных уравнений), – то полученный временной ряд всегда будет функцией от ее фазовой точки. Однако, как правило, заранее неизвестно, возможно ли описать данный процесс динамически. Тем не менее, в рамках современной теории размерности и теории сложных систем можно, в принципе, отличить шум (случайный процесс) от детерминированного поведения и тем самым установить конечномерность рассматриваемого явления.

Таким образом, становится возможным определить особенности исследуемой системы и получить представление о ее свойствах. Именно в этом состоит задача идентификации, при решении которой предпринимается попытка ответить на вопрос: каковы параметры системы (они могут быть самыми различными, например статистические распределения, спектральные свойства), породившей данный временной ряд. Очень важно, что с помощью этих параметров можно идентифицировать (распознать) систему, т.е. отличить ее от других. Проблемы такого типа возникают, например, в задачах медицинской диагностики, когда необходимо отличить патологию от нормы, не разрушая систему, а используя доступные измерения характеристики.

Подходы, развиваемые в рамках теории сложных систем, естественно, не могут решить все задачи анализа временных рядов, но на их основе был разработан новый набор алгоритмов и методов, а также создан новый язык, позволяющий формулировать задачи анализа и прогноза временных рядов и методы их решения.

В настоящем курсе излагаются основы анализа временных рядов в преломлении к экономическим дисциплинам. Здесь представлены основные идеи, которые могут быть использованы для исследования, прогноза и управления процессами на рынках капитала. Предварительный взгляд на характер экономических рядов подтверждает наличие свойств, которые указывают на возможность применения такого подхода. При этом нельзя

сказать, что он представляет исключительно теоретический интерес. Анализ временных рядов дает возможность не только улучшить точность прогнозирования, но также позволяют предсказать горизонт этого прогноза, служащий естественной мерой риска при операциях на финансовых рынках. Другим интересным применением этой теории может быть проверка гипотезы об избегающих риска экономических агентах.

Данный курс лекций имеет следующие основные цели:

1. Предложить теоретическое объяснение возникновения и распространенности конечного (не нулевого) горизонта прогноза на финансовых рынках.
2. Идентифицировать финансовые ряды, возникающие на некоторых рынках капитала, в том числе на российском рынке, и оценить параметры этих рядов,
3. Продемонстрировать, что современная теория сложных систем является достаточно надежным инструментом для использования ее на практике.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Понятие прогноза

Точность прогнозов: мифы и реальность

Математическое обоснование возможности прогноза

Основные методы прогнозирования

Приложение математических методов к реальным системам

Экономические аспекты прогнозирования на примере ведущих экономических держав

Мировой опыт стратегического прогнозирования

Анализ современного кризиса, его истоки и прогноз

Глобальное прогнозирование: практический опыт и проблемы

Литература

Пу Т. *Нелинейная экономическая динамика*. Москва-Ижевск: «УРСС», 2002.

Мандельброт Б., Хадсон Р.А. *(Не)послушные рынки. Фрактальная революция в финансах*. М., Изд. дом «Вильямс», 2006.

Петерс Э. *Хаос и порядок на рынках капитала*. М., «Мир», 2000.

Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. *Основы теории сложных систем*. Москва, «РХД», 2007.

Кравцов Ю.А. *Пределы предсказуемости*. Москва, «ЦентрКом», 1997.

Айвазян С.А., Мхитарян В.С. *Прикладная статистика и основы эконометрики*. М.: ЮНИТИ, 1998.

Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. *Анализ временных рядов и прогнозирование*. М.: «Финансы и статистика», 2001.

Бокс Дж., Дженкинс Г. *Анализ временных рядов. Прогноз и управление*. Москва, «Мир», 1974.

Franses P.H. *Time series models for business and economic forecasting*. «Cambridge Univ. Press», 1998.

Abarbanel H.D.I., Brown R., Sidorowich J.J., Tsimring L.S. The analysis of observed chaotic data in physical systems, *Rev. Mod. Phys.*, 1993, 65, p. 1331.

Ghil M., Allen R.M., Dettinger M.D. et al. Advanced spectral methods for climatic time series. *Rev. Geophys.*, 2001.