
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

MATHEMATICAL METHODS IN ECONOMY

УДК 338.27

ББК 65.054.3

Б 86

Ф.Б. Боташева

Кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учёта и аудита Северо-Кавказской государственной гуманитарно-технологической академии, г. Черкесск. Тел.: (928) 655 94 80, e-mail: igvint@mail.ru.

Длина «горизонта будущего» как критерий прогнозируемости экономического процесса (Рецензирована)

Аннотация. В статье описан новый подход к прогнозированию экономических процессов; используется конструкция «прогнозного прямоугольника», в которой особая роль отводится временной стороне. Она позволяет определить природные границы времени прогноза заранее заказанной точности. Метод также оказывается полезным при определении временного класса экономического сигнала по критерию лучшего соответствия типа его поведения той или иной математической модели, определяемой по наибольшей длине временной стороны «прогнозного прямоугольника».

Ключевые слова: футурология, прогноз, «прогнозируемость», длина горизонта будущего, «прогнозный прямоугольник».

F.B. Botasheva

Candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor of Department of the Book-Keeping Accounting and Audit, North-Caucasian State Academy of Art and Technology, Cherkessk. Ph.: (928) 655 9480, e-mail: igvint@mail.ru.

Length of “a horizon of the future” as a criterion for “predictability” of the economic process

Abstract. The paper describes the new approach to forecasting the economic processes. The author uses the construction of “a rectangle of prediction” in which the special role is given to the temporary side. It allows determination of natural time borders of the forecast of in advance ordered accuracy. The method is also useful for defining a temporary class of an economic signal by a criterion of the best conformity of type of its behaviour to this or that mathematical model defined from the greatest length of the temporary side of “the rectangle of prediction”.

Keywords: futurology, forecast, “predictability”, length of a horizon of the future, “rectangle of prediction”.

Во всех видах деятельности необходимо предвидение тенденций и перспектив развития. Истинное (научное, количественное, конструктивное) прогнозирование предполагает логически

обоснованное суждение о возможных состояниях экономической системы в будущем, об альтернативных путях и сроках его осуществления. Оно должно получать аналитические и количествен-

ные оценки этих состояний при помощи математического аппарата и инструментальных средств реализации. Поскольку в статье будет идти речь о времени прогнозирования, стоит заметить, что экономическое исследование рынка сталкивается с конгломератом процессов, резко различающихся по постоянной времени: это медленные (производственные и товарные) потоки, потоки среднего темпа (финансовые) и быстрые (информационные) потоки. Предвидение, прогнозирование экономического поведения в условиях стохастического рынка всегда было и осталось актуальным. Важно оно в современной глобализующейся, вариативной, неустойчивой, турбулентной мировой экономике [1]. Российская действительность добавляет трудности учёта частых и непредсказуемых смен законодательства (налогового, таможенного и др.), влияющих на темпы экономического развития.

Усложнение, глобализация и ускорение экономического развития, бурное проявление сетевого и рекурсивного начал в современной экономике, исчерпание адекватных этим тенденциям возможностей классических методов моделирования, анализа, визуализации и прогнозирования процессов, вторжение в науку и экономику математических методов «нелинейной динамики» — всё это привело нас на рубеже XX–XXI веков к новой «нелинейной парадигме» в прогнозировании с фрактальной геометрией и теорией хаоса, с необходимостью обработки социальных и экономических временных рядов новыми интеллектуальными экономико-математическими технологиями [2].

Классическая («линейная») парадигма утверждает, что в большей части поведение показателей наблюдаемых эволюционирующих природных, социальных и экономических процессов и систем подчиняется «нормальному» закону, необходимо предполагая, что наблюдения, составляющие временной ряд, являются независимыми и следуют принципу — малое возмущение в малой степени отражается на характере поведения системы. Однако для многих экономических, социальных,

финансовых, маркетинговых, производственных, транспортных, сельскохозяйственных временных рядов «нормальный» закон является скорее исключением, чем правилом.

Смысл «нелинейной парадигмы» для многих реальных эволюционных процессов и систем — малое изменение или возмущение так называемого «параметра порядка», что может кардинальным и даже катастрофическим образом изменить характер поведения всей системы. Ещё одно принципиальное различие «нелинейной» и «линейной» парадигм состоит в том, что первая из них находит «долговременную память», по месту применения называемую «экономической памятью», в реальных рядах показателей. Это также означает отсутствие независимости наблюдений и неподчинение таких временных рядов «нормальному» закону. «Долговременная память» встречается в экономике повсюду, включая временные ряды цен. В характере поведения рядов проявляется хаотичность, в их статистических распределениях при отсутствии сезонной компоненты и долговременного тренда находим «толстые» или «тяжёлые» хвосты.

Среди методов прогнозирования (каковых насчитывается около 150) грубо можно выделить две группы: стохастические и детерминированные (трендовые), привносящие в результате в длину горизонта будущего либо прогнозы статистических характеристик (например, статистических моментов) изучаемого процесса, либо прогнозы изучаемого экономического показателя. Вторая группа методов более важна и востребованна. В связи с этим «погрузимся» в детерминированные методы прогнозирования, решая «обратную» задачу по поиску, обнаружению, выделению, исследованию того, что впредь будем называть «прогнозируемостью». В отличие от часто обсуждаемых качественных, лингвистических или вербальных подходов с оценками типа «процесс хорошо прогнозируется» или «поведение плохо представляет перспективу», величина «прогнозируемость» должна получить размерность и количественные значения.

Если перейти от эмоций к математике, то на практике было многократно замечено, что точность и длина прогноза во многом не зависят от методологии и техники прогнозирования, она, в первую очередь, определяется некими внутренними свойствами прогнозируемого процесса. Предполагаемое объективно существующим свойство «прогнозируемости» того или иного экономического процесса практически означает, что на протяжении одного и того же отчётного периода первый процесс может прогнозироваться одними и теми же методами и алгоритмами гораздо дальше и точнее, а второй — гораздо ближе и хуже. Предлагается обобщить перечень параметров, влияющих на прогноз, акцентировать внимание исследователя всего на двух взаимосвязанных характеристиках, двух мерах точности прогноза — допустимой длине периода упреждения и допустимой ошибке самого прогноза на этой длине. Поскольку их пока только две, то назовём эту комбинацию «прогнозируемым прямоугольником». Первый же выход разности прогнозной кривой и самого показателя через угловую точку прямоугольника за его границы будет определять длину заказанного прогноза. Назовём горизонтальную сторону прямоугольника временной, на ней расположим период упреждения. Вторую сторону прямоугольника назовём функциональной или модельной.

Отметим главное: в последнее время в прогностике начинают интересоваться не столько самими способами, технологиями и алгоритмами прогнозирования, которые на отдельных временных рядах показывают хорошие результаты, а на других — совершенно неудовлетворительные, сколько к изучению «прогнозируемости», «трендоустойчивости» или (в синергетических терминах) антиперсистентности исследуемого процесса. А уже в дальнейшем оно будет использовано для определения длительности, качества, надёжности и валидации прогноза. Особенно интересно это делать в системах со сложными экзогенными и эндогенными связями [3].

Известная максима относительно качества футурологических решений

звучит следующим образом: «Хорош тот прогнозист, который не только определит, что произойдёт в будущем, но и определит, когда оно произойдёт». Этот комплекс из двух сиамских показателей и был использован в исследовании. Раз «прогнозируемость» — суть инвариантное свойство временного ряда, длина горизонта будущего, в пределах которой ошибка прогноза не выходит за границы наперёд заданной погрешности, то можно утверждать, что получение и исследование времени прогноза, периода упреждения, периода времени упреждения, длины горизонта прогноза, глубины прогнозирования или, более строго, длины горизонта будущего (временной стороны прямоугольника) не менее важны, чем исследование точности прогноза по функциональной стороне. Эта характеристика времени «хорошего» прогноза определяет трудоёмкость метода, ожидаемую точность на конкретном горизонте, верность задания длины этого горизонта, функциональную зависимость (эластичность) точности прогноза от типа процесса.

Многие авторы считают неразумным вообще задавать временные границы для прогнозов экономических процессов. В литературе рассматривается и широкий спектр предложений волюнтаристского толка об удовлетворительном отношении времён отчётного периода и горизонта прогноза [4]. Утверждается, что длина «хорошего» прогноза требует наличия статистической информации о переменной в отчётном периоде за время, в 2 и более раз превышающее длину горизонта будущего. Введём показатель

\mathfrak{Z} = длина отчётного периода/длина перспективного периода, назовём единицу этого показателя «винтом». Первое утверждение состоит в том, что для удовлетворительного прогноза необходимо $\mathfrak{Z} \geq 2$ «винта». Существуют предположения, что длина отчётного периода в 2–3 раза должна превышать длину прогнозного периода, это даёт $\mathfrak{Z} \geq 2-3$ «винта». В литературе по прогнозам можно найти фразы о том, что методы экстраполяции,

основанные на продлении тенденций прошлого и настоящего на будущее, могут использоваться в прогнозировании лишь при длине горизонта прогноза, не большем $1/3$ отчётного периода, это даёт значение параметра $\mathfrak{Z} \geq 3.33$ «винта». Есть рассуждение о 7–8 длинах отчётного горизонта, необходимых для снабжения статистикой качественного прогноза, что даёт $\mathfrak{Z} \geq 7-8$ «винтов». «Винтом» мы называем такую конструкцию, когда поворот головки винта на 1 оборот со стороны отчётного времени (день, неделя, месяц, год) приводит к поступательному перемещению тела винта на некоторую длину τ_n в горизонт прогноза в тех же единицах. «Шаг винта» будет соответствовать предположению о надобной длине статистической информации для вычисления единицы длины качественного прогноза. Увеличение периода упреждения всегда влечёт за собой увеличение степени неопределённости процессов перспективного развития. Признётся, что методы прогнозирования разделяются в зависимости от возможностей получения результатов с разной глубиной упреждения, вводится понятие «мощности» конкретного метода и его «прогностической силы» [4].

В [5] показано, что длина горизонта прогноза не может задаваться *a priori*: она зависит от статистических характеристик процесса $Y(X)$, в частности, от его дисперсии $^2(Y(X))$. К результату можно вербально подойти так. Если значение анализируемой переменной в отчётном периоде стабильно, дисперсия равна нулю, то прогноз получается продолжением этого значения в перспективу теоретически до бесконечности, реальную длину периода упреждения ограничивают длиной отчётного периода:

$$^2(Y(X)) = 0; \tau_n = X_Z - X_N = T_{\text{отч}} \\ = X_N - X_1; \mathfrak{Z} = 1 \text{ «винту»}.$$

В этом случае на всей длине перспективного периода прогноз $Y^n(X)$ не уклоняется от истинного значения $Y(X)$ на величину, большую $\pm \varepsilon$. Некое отклонение модуля разности $|Y^n(X) - Y(X)|$ от нуля внутри «прогнозного прямоугольника» может иметь место

из-за существующей имманентной неустойчивости процессов экономического роста. Чем больше разброс значений экономического показателя относительно среднего значения, тем больше дисперсия, тем короче становится период упреждения τ_n . В экспериментах с ценами на бензин А-92 функциональная зависимость τ_n от $\sigma^2(Y(X))$ имела вид гиперболы, что близко к математическому соотношению $(\tau_n) \cdot (\sigma^2(Y(X))) = \text{const}$.

В прогнозировании необходимо определять такую длину интервала в перспективном периоде τ_n , на которой разность между реальным показателем и его прогнозом остаётся монотонно меньшей некоторой заранее заданной допустимой ошибки и погрешность прогнозирования не превысит некоторого заранее заданного значения $\pm \varepsilon$, не выйдет из «коридора» наперёд заданного качества. Основная идея работы поэтому состоит в принципиальном определении *a priori* будущей «прогнозируемости» экономического временного ряда в зависимости от его структурных, синергетических и классических статистических характеристик. Ими могут быть: цвет «шума», персистентность и антиперсистентность, хаотичность, длина «долговременной памяти», трендоустойчивость, стандарт, дисперсия, коэффициенты вариации, асимметрии и эксцесса, спектральный состав и, возможно, ещё какие-то параметры процесса. Конечно, с современной точки зрения, следовало бы пользоваться интервальными понятиями, однако на начальном этапе достаточно грубая конструкция с модулем заданной допустимой погрешности неплохо выполняет свою роль. Практика показала, что в экономических исследованиях величина погрешности может выбираться по умолчанию равной 10%, что при анализе и прогнозировании конъюнктур оказывается совсем неплохой точностью.

Сравнение оценок «прогнозируемости» в синергетическом подходе с предложенными значениями «прогнозируемости» классического статистического случая выявило как области их совпа-

дения, так и расхождения. В синергетической парадигме длина горизонта будущего опирается на качественные синергетические, фрактальные свойства временного ряда, определяемые R/S -анализом, H - и R/S -траекториями. В классической их основой стали статистические и спектральные показатели численной вариативности экономического процесса асимптотически во всём интервале, на которых базируется длина периода упреждения n экономических процессов. «Прогнозируемость» может быть найдена в двумерной функциональной зависимости от дисперсии процесса $^2(Y(X))$ или $D(Y(X))$ и от задаваемого уклонения \pm , определяя приемлемую долготу прогноза. Совпадение синергетических (при вычислении показателя Хёрста) и классических оценок прогнозируемости позволяет утверждать, что для некоторого цвета «шума» синергетические и классические методы идемпотентны.

Если принять обратное, то достаточно долго его адепты реализовывали идею построения прогноза одновременно несколькими разными, лучше — взаимоисключающими подходами. Тогда необходимым инструментом анализа и прогнозирования экономических конъюнктур становится построение «прогнозирующих систем» с комбинированием различных способов и алгоритмов. Сводка результатов в последующем обрабатывается алгоритмами усреднения, алгоритмами уточнения и статистической оптимизации, результаты сравниваются. Однако внутренние динамические свойства процессов остаются одними и теми же, причины плохой или хорошей прогнозируемости не сдвинулись с места, трудоёмкие «прогнозирующие системы» себя не оправдали.

Заметим, с одной стороны, актуальность, а с другой стороны, — недостаточную разработанность проблем количественной оценки «прогнозируемости», напрямую связанной с новым вычисляемым критерием футурологического качества — длиной горизонта будущего. В литературе по футурологии немного работ по измерению, про-

ектированию или максимизации длины горизонта будущего, по определению «прогнозируемости» экономического поведения, по сравнению прогнозных оценок одного процесса, найденных разными способами.

«Прогнозируемость» — суть некая оптимизируемая длина горизонта будущего. Она определяется как объективно существующая инвариантная характеристика экономического процесса, для чего должна получить конструктивную размерность и количественный эквивалент. Окончательные решения по нахождению оценки «прогнозируемости», максимизации длины горизонта будущего должны быть конструктивными, сопровождаясь точным математическим расчётом. Конструктивность положена в основу методов и реализующих их алгоритмов. Как правило, это выделение важного и легко оцениваемого количественного показателя, доведение теории до реальных характеристик без последующих дополнительных расчётов, подсчётов, преобразований, логических и абстрактных предположений.

Среди детерминированных инструментов построения непрерывного, гладкого описания процессов при интерполяции временных рядов для последующего прогнозирования в настоящий момент наиболее перспективны кусочно-полиномиальные или сплайн-аппроксимационные. Сочетание аналитичности, гладкости, высокой скорости сходимости, точности, универсальности, внутренних оптимизационных свойств, автоматического удовлетворения многих условий на стыке отчётного периода и горизонта прогноза, облегчающего, уточняющего и удлиняющего прогноз, позволяет рекомендовать этот инструмент в качестве рабочего для любых экономических исследований [6].

К числу первостепенных принципиальных трудностей предлагаемого подхода можно отнести задачу создания математических, инструментальных и информационных методов получения качественных (асимптотических) свойств из количественных характеристик исходной модели; причём эти

качественные показатели не выводимы прямо из свойств элементов системы или из их локальных взаимодействий: они являются статистически эффективными и асимптотически точными алгоритмами.

«Прогнозируемость» оказывается асимптотическим реально существующим свойством экономических показателей и их временных рядов. Она количественно вычисляется, оценивается и реально используется для получения прогнозов заказанного качества. «Прогнозируемость» или длина горизонта будущего принадлежит к показателям, которые определяют качество и длину будущего прогноза по некоторым характеристикам прошедшего «вчера» и существующего «сегодня» временного ряда.

Расширим область приложения нового подхода, чтобы длина горизонта будущего наряду с определением величины «прогнозируемости» экономического процесса, выполняла ещё одну важную миссию. Длина периода упреждения может использоваться как критерий сравнения (согласия) модели и процесса. В условиях, когда поведение экономических систем и их временных рядов определяется одновременно несколькими известными составными частями (тренды, сезонные составляющие, циклические конструкции, случайный шум, событийные составляющие и выбросы), особую актуальность приобретает поиск среди альтернативных экстраполирующих моделей тех, для которых длина горизонта будущего экономического поведения максимальна. Тогда наиболее релевантной этой математической модели или формуле экономический процесс получает достаточно точную временную характеристику.

Дело в том, что экономические процессы характеризуются своими временными особенностями или классами, не всегда известными исследователю. Перебором разноплановых математических моделей, сравнением их с исследуемым экономическим процессом, вычислением каждый раз «прогнозируемости», нахождением максимальной длины горизонта будущего удаётся найти временной класс экономического

процесса. Так, длина горизонта будущего была исследована и систематически использовалась как новый критерий согласия между поведением экономического процесса и математическим описанием его временной модели. Максимальная длина горизонта будущего при переборе моделирующих экономико-математических полиномов лучше верифицирует временной класс экономического процесса, оказывается мерой репрезентативности процесса и модели, выступает индикатором лучшего (с точки зрения математического описания) временного класса экономического процесса [7].

При этом улучшается последующий экономический анализ и прогнозирование процесса. Удобство состоит в том, что новый критерий согласия, проверяя адекватность временных классов математического описания и экономического поведения, оказывается одновременно и индикатором качества прогнозирования. Эта мера — критерий сравнения процесса и модели по длине горизонта будущего — дополняет классические критерии согласия реального экономического процесса и его математической модели, критерии сравнения временных рядов, существующие в оптимизационных задачах и известные в эконометрике (точное совпадение процесса и модели в узловых точках, метод наименьших квадратов, чебышёвское приближение и др.). Свойство «прогнозируемости» временных рядов оказалось их важной парадигматической характеристикой, определяющей сначала временной класс процесса, а уже потом влияющей на выбор подходов и конструирование алгоритмов прогнозирования.

Приведём очень важное и полезное следствие. Экономические процессы и временные ряды обладают как «грубыми» трендовыми характеристиками, так и «тонким» спектральным составом (куда отнесём сезонные колебания, циклические процессы, стохастический шум, событийные составляющие динамики). Обработка экономических показателей и их временных рядов методами наименьших квадратов,

алгоритмами «скользящего среднего», «экспоненциального сглаживания», авторегрессии и т.п. необратимо искажает их вариативную статистику, «тонкую» часть сигнала, ответственную за качество и долготу прогноза, «прогнозируемость». Срезаются выступы и впадины, будто бы уменьшается дисперсия и якобы увеличивается период упреждения. Это имитация, ложное «улучшение» прогнозируемости.

Особую роль в математическом исследовании экономики играет анализ и прогнозирование процессов на наличие или появление в них в недалёком будущем «событийных составляющих» динамики, на их извлечение из временного ряда статистическими средствами. Поскольку исследование имеет дело со временем прогноза и классом временного поведения экономического сигнала, то стоит использовать разрабатываемые в последнее время методы «экономической хроноскопии» [7]. В новом разделе экономической науки — в «экономической цикломатике» — разработаны также методы фазового анализа, что позволяет определять метрические и временные параметры циклических составляющих поведения, а также инерционность (постоянную времени) экономической системы [6]. Оказалось, что методами фазового пространства на примерах региональной статистики (цены на бензин в ЮФО) удалось определять инерционность (постоянную времени) поведения всероссийских макроэкономических показателей.

Математическая постановка задачи, модели, методы оценки «прогнозируемости», инструментальные и информационные средства должны иметь реализующие их алгоритмы и программы, в том числе входящие в состав профессиональных систем компьютерной математики, настраиваемых для решения конкретных задач. Для вычислительной реализации подхода пришлось создавать систему поддержки принятия решений. В неё входит система компьютерной математики (пакет символьной математики) *MAPLE 9.5* со сплайн-разделом, с операторами генерации, преобразования сплайнов,

построения «текущих прогнозов»; со статистической обработкой экономических временных рядов и с генерацией «глобального прогноза» — длины горизонта будущего.

В системе был построен алгоритм вычисления «текущих прогнозов» по всей длине отчётного периода в ретроспекции так, чтобы ни в одной его точке разность по модулю экономического показателя и его прогноза не превосходила величины допустимой ошибки. В проспекции получена длина горизонта будущего. Система реализовала алгоритмы интерполяции, экстраполяции, статистической обработки, оптимального статистического обобщения, приспособленные для работы с временными отрезками; она эксплуатирует алгоритмы нахождения «скользящего прогноза» и длины горизонта будущего; реализовала алгоритм нахождения наиболее репрезентативной модели. Система компьютерной математики используется при вычислениях, аппроксимации, экстраполяции, графических построениях, выводе и визуализации во многих формах. Обращение к этому мощному инструменту выстраивается в короткой программе. Созданная система поддержки принятия решений может быть применена для оценки «прогнозируемости» любых процессов; она показала свою работоспособность на средних персональных компьютерах, автоматизировала все расчёты по предложенным методикам.

Интересной эмпирической базой исследования стали временные ряды собранных за 11 лет сведений о динамике розничных цен на бензин А-92 на заправочных станциях нефтяных компаний предприятий «Ставнефть», «Астраханьгазпром», «Кондор», «ЮКОС», «Рокада», «ЛУКОЙЛ», «Роснефть», «Башнефть» и др. в Южном федеральном округе в 1995–2005 гг. [3]. Предложенные методы практически проверены на прогнозах (ретроспективных и перспективных) эмпирики, столь важной для экономики.

Перечислим рельефно трудности, которые остались после работы нового подхода. Осталась необходимость усо-

вершенствования методов оценки «прогнозируемости» реальных экономических процессов и их временных рядов при заказанной точности. Для решения задачи надо продолжить системный анализ проблем синергетической и классической «прогнозируемости», провести мониторинг прогностической практики с поиском и выделением необычных примеров прогнозирования экономических переменных и их временных рядов. Нужно занять место для предлагаемого аппарата поиска «прогнозируемости» и временного класса экономического процесса в ряду парадигм, концепций, способов, методов футурологической науки. Длина горизонта будущего как целевая функция качества экономического прогноза свела в общем-то многокритериальную задачу к однокритериальной, к выбору и максимизации одного показателя. Она обогатила экономические процессы классами временного поведения, помогла адекватно «рассортировать» процессы по этим типам, позволяя ана-

лизировать и прогнозировать их более надёжно и долго. Разработанные подходы оказались универсальными, они могут решать широкий круг экономических, налоговых, финансовых, маркетинговых задач, работать всюду, где найденная *a priori* точная «прогнозируемость» позволяет рационализировать управленческие решения и получать оптимальные результаты.

Отсутствие у конъюнктур экономики явных трендов, облегчающих поиск экстраполяционных тенденций, стохастичность и турбулентность переменных, нестационарность глобализующейся мировой экономики, увеличение спектра политических, социальных и пр. факторов, действующих на один и тот же показатель, изменения в способах производства, технологиях, влияние человеческого фактора — всё это приводит к неутешительной максиме, которую хочется повторять снова и снова: прогнозирование современной экономики столь же бессмысленно, как прогнозирование лототрона.

Примечания:

1. Талеб Н.Н. Чёрный лебедь. Под знаком непредсказуемости: пер. с англ. / под ред. М. Тюнькиной. М.: Колибри, 2009. 528 с.
2. Кардаш В.А. Конфликты и компромиссы в рыночной экономике. М.: Наука, 2006. 248 с.
3. Чадранцев А.В. Определение «прогнозируемости» экономических процессов: дис. ... канд. экон. наук. Ставрополь, 2005. 163 с.
4. Винтизенко И.Г., Колесников И.М., Шадуев М.Г. Прогнозирование в моделях экономических систем. Кисловодск: Изд-во КИЭП, 2001. 100 с.
5. Винтизенко И.Г., Чадранцев А.В. Прогнозируемость экономических процессов // Экономическое прогнозирование: модели и методы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. Ч. 1. С. 13-17.
6. Винтизенко И.Г., Яковенко В.С. Экономическая цикломатика. М.; Ставрополь: Финансы и статистика: Изд-во АГРУС, 2008. 428 с.
7. Боташева Ф.Б. Макроэкономическая динамика в фазовом пространстве. М.: Илекса, 2009. 268 с.

References:

1. Taleb N.N. The Black Swan. The Impact of the Highly Improbable: translated from English / Ed. M. Tyunkina. M.: Kolibri Publishing house, 2009. 528 p.
2. Kardash V.A. Conflicts and compromises in the market economy. M.: Nauka, 2006. 248 p.
3. Chadrantsev A.V. Definition of “predicability” of economic processes: Dissertation for Scientific Degree of Candidate of Economics. Stavropol, 2005. 163 p.
4. Vintizenko I.G., Kolesnikov I.M., Shaduev M.G. Prediction in models of economic systems. Kislovodsk: KIEP Publishing House, 2001. 100 p.
5. Vintizenko I.G., Chadrantsev A.V. Predicability of economic processes // Economic Forecasting: Models and Methods: Materials of the International Sci.-Prac. Conf.. Voronezh: Voronezh State University Publishing House, 2005. Part 1. P. 13-17.
6. Vintizenko I.G., Yakovenko V.S. Economic cyclomatics. M.; Stavropol: Finance and statistics, AGRUS Publishing House, 2008. 428 p.
7. Botasheva F.B. The macroeconomic dynamics in phase space. M.: Ilekxa, 2009. 268 p.