

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

А.В. Воронцовский

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ

В течение второй половины прошлого века вплоть до середины 90-х годов в сфере макроэкономического моделирования при анализе экономического роста можно отметить определенную эволюцию используемых подходов. Начало исследованию моделей экономического роста было положено в 1956 г. достаточно широко известными работами Р. Солоу и Т. Свена.¹ Позднее Р. Солоу стал лауреатом Нобелевской премии по экономике как раз за эту работу. В более полном объеме неоклассическая теория экономического роста была окончательно сформулирована позднее в работах Д. Касса² и Т. Купманса³. Основные выводы теории экономического роста, обоснование которых в основном опирается на результаты анализа модели Р. Солоу, можно свести к следующим:

- при заданных постоянных темпах прироста выпуска продукции и изменения основных ресурсов или факторов было показано существование стационарной, или оптимальной, траектории развития. Она формируется при условии максимизации функции полезности на бесконечном периоде и определяется при условии постоянных значений выделенных параметров или показателей, или, что то же самое, речь идет о нулевых темпах прироста на оптимальной траектории развития. При этом траектории развития выпуска продукции, ресурсов и других показателей рассматриваются в форме детерминированных функций во времени.
- факторы риска, обуславливающие возможные колебания рассматриваемых показателей относительно ожидаемых значений, в рамках поставленных моделей не рассматривались и не оценивались, и ряд других.

В дальнейшем эта модель подверглась определенным модификациям, которые состояли во введении дополнительного ограничения и формирования так называемых двухсекторных моделей экономического роста; во введении в рассмотрение человеческого капитала и попытке оценить влияние этого капитала на объем производства и экономический рост; в учете невозпроизводимых природных ресурсов и других условий.

ВОРОНЦОВСКИЙ

Алексей Владимирович

– д-р экон. наук, профессор кафедры экономической кибернетики, заместитель декана экономического факультета по научной работе. Окончил экономический факультет ЛГУ (1970), работает на факультете. Канд. экон. наук (1975), д-р экон. наук (1990), профессор (1993). Неоднократно стажировался в Германии и Великобритании. Основные научные интересы – теория инвестиций и финансирования, управление рисками. Автор более 130 научных публикаций, в том числе 2 монографий (одна в соавторстве) и 8 учебных пособий (в том числе соавтор 2 учебных пособий с грифом Минвуза). Получил грант Института «Открытое общество» на подготовку и издание учебного пособия «Инвестиции и финансирование», имел гранты Минвуза РФ для исследований по методам обоснования инвестиционных решений (1994–1996), стипендии Немецкого Общества академических обменов для стажировки в Германии (1996, 1999, 2002). Награжден знаком «Почетный работник высшего образования РФ».

© А.В. Воронцовский, 2005

Анализ подобных моделей роста показал, что при определенных изменениях исходных предпосылок и модификациях рассматриваемых параметров и условий принципиальные особенности и основные выводы моделей экономического роста оставались похожими и в значительной степени опирались на идеи и результаты, полученные при анализе модели Р. Солоу.⁴ В последнее десятилетие XX в. можно отметить отдельные попытки введения в модели экономического роста различного рода стохастических переменных, например при анализе инновационных циклов и циклов роста, правда, в достаточно простой форме.⁵

Вместе с тем при исследовании экономики ряда стран мира можно выделить некоторые общие закономерности и похожие тенденции. Их развитие в конечном итоге потребовало как определенных изменений представлений о макроэкономическом моделировании процессов экономического роста, так и дальнейшего развития теории макроэкономики и преобразования моделей экономического роста с учетом возможности введения в условия подобных моделей тех или иных факторов риска, отражающих особенности современного экономического развития. В данной статье мы обратим основное внимание на анализ этих закономерностей и исследование их влияния на возможности измерения макроэкономических рисков. Конкретные модели роста, в которых эти риски учитываются, будут рассмотрены в другой статье.

Рассмотрим важнейшие закономерности современного развития экономики.

Во-первых, речь идет о развитии процессов глобализации, которые находят свое отражение, например, в формировании международных товарных и финансовых рынков, рынков труда и т. п. Глобализация в сфере рыночных отношений означает развитие процессов интеграции внутренних национальных товарных, финансовых рынков, рынков труда и новых технологий и др. и международных рынков различных регионов земного шара в системы международных рынков, функционирование которых осуществляется под влиянием некоторых единых общемировых тенденций и закономерностей.

Ускоренное развитие процессов глобализации в последнем десятилетии XX в. и начале третьего тысячелетия в значительной степени определяется спецификой современного научно-технического прогресса, состоящей в существенном расширении использования таких технологических процессов, которые позволяют развитым странам существенно наращивать объемы производства при относительной экономии материальных и природных ресурсов. Это в конечном итоге приводит к такому росту объема выпускаемой продукции и получаемого капитала, что существенная их часть не находит производственного применения или потребительского спроса внутри страны. Одновременно страны, заинтересованные в импорте современной техники и технологии, вынуждены создавать условия относительной либерализации различных аспектов функционирования своих товарных и финансовых рынков, чтобы существенно облегчить доступ на них импортных товаров и иностранного капитала. Развитие современных технических средств телекоммуникации и транспортных средств способствовало как существенному упрощению процессов продвижения товаров и перевода капиталов из одних стран в другие, так и широкому и беспрепятственному распространению информации о рынках, транзакциях на них, выполнении заказов, проведении анализа и т. п. Важную роль также играет возникающее в условиях развития процессов глобализации существенное снижение издержек транзакций.⁶

Развитие процессов глобализации представляет собой объективный процесс, который, с одной стороны, приводит к относительному выравниванию спроса и предложения, а также и других рыночных параметров на различных рынках, а с другой – порождает взаимное влияние изменения рыночной конъюнктуры на различных национальных или международных рынках. Эти условия определяют противоречивое влияние процессов глобализации на макроэкономические условия отдельных стран. Эти процессы могут

оказывать относительно стабилизирующее влияние на экономические условия тех или иных стран. Одни получают возможность за счет экспорта капитала и товаров поддерживать устойчивое экономическое положение, а другие повышают свой технический и технологический уровень, привлекая из-за рубежа товары, технологии, капиталы и рабочую силу. Они же порождают и дестабилизирующие проблемы. В условиях глобализации локальные проблемы и кризисы отдельных стран могут оказывать существенное негативное влияние на экономический рост и стабильность макроэкономических условий других стран и регионов.⁷ При этом государственные органы отдельных стран в определенной степени теряют контроль над рядом внутренних макроэкономических показателей, например ставками процента и другими параметрами.⁸

Во-вторых, существенная особенность современной экономики связана с ускоренным обновлением производства, интенсивным внедрением новой техники и технологии, что является также характерной чертой современного научно-технического прогресса. В качестве примера достаточно рассмотреть историю развития производства персональных компьютеров, которые появились в Калифорнии в конце 70-х годов. За прошедшие 25 лет было разработано и запущено в производство шесть поколений такой техники, каждое из которых существенно отличалось от предыдущего как технологией производства, так и математическим и программным обеспечением, формой представления информации и другими условиями. За этот период персональные компьютеры стали неотъемлемой частью практически каждой сферы человеческой деятельности – от науки, производства, военного дела и освоения космического пространства до домашнего хозяйства, отдыха и развлечений. Внедрение персональных компьютеров кардинально изменило технологию планирования и проектирования в разных областях. Аналогичные изменения можно наблюдать и в других сферах и отраслях производства. Ускоренное обновление технологии производства и номенклатуры производимой продукции означает, что продукция, которая выпускается или планируется к выпуску, а также технология ее изготовления и оборудование, обеспечивающее возможность производства по этой технологии, носят временный характер. Они неизбежно и достаточно быстро заменяются принципиально новыми техническими и технологическими средствами, использование которых делает зачастую практически ненужными целые производства, ориентированные на выпуск устаревшей продукции или использование уходящей в прошлое технологии.⁹ Можно привести и другие конкретные примеры развития и замены тех или иных видов техники и технологии.¹⁰

Подобные процессы, с одной стороны, требуют постоянных, существенно возрастающих расходов на исследования и разработки, направленные на поиск новых перспективных технических и технологических решений, значительная часть которых, как показывает мировой опыт, отдачи не дает, а с другой – приводят к быстрому устареванию основного капитала, снижению темпов экономического роста. Возникающие при этом проблемы существенно усугубляются в условиях экономики переходного периода. Указанные условия порождают дополнительные риски для отдельных предпринимателей, которые в конечном итоге могут приводить к нарушению условий стабильного макроэкономического роста.

В-третьих, в этих условиях предприниматели для защиты от неожиданностей и угрозы разорения вынуждены диверсифицировать свои вложения, расходовать значительные суммы капитала на обоснование перспективных направлений развития науки и техники. На практике это означает, что отдельные элементы капитала пребывают в разных состояниях, или фазах, среди которых можно выделить предпроизводственную фазу, включающую в себя проектирование, подготовку и строительство соответствующих объектов, запуск продукции в производство; продвижение продукции на рынок; достижение наибольшего объема продаж в условиях благоприятной конъюнктуры;

постепенное сокращение объема продаж вследствие насыщения спроса, появления принципиально новых видов продукции или изменения политики конкурентов. В последней фазе требуется обновление техники или технологии производства для усиления позиций в конкурентной борьбе либо перепрофилирование производства с целью овладения новыми рынками сбыта. Из названных фаз только одна обеспечивает наибольший объем продаж в условиях благоприятной конъюнктуры и, соответственно, стабильное получение достаточно больших объемов прибыли. Во всех остальных фазах расходы весьма существенно превышают доходы. Поскольку при диверсификации вложений капитал фирмы в любой период пребывает во всех четырех указанных фазах одновременно, то возникают дополнительные риски, также приводящие к возможным нарушениям стабильного экономического роста.

Можно отметить, что влияние прогресса на неопределенность экономической системы и порождаемые этим риски были отмечены еще в начале XX в. известным американским ученым Ф. Найтом,¹¹ который выделял влияние не только технического прогресса, о котором речь шла выше, но и социального. К числу факторов прогресса, которые оказывают существенное влияние на экономическую организацию, в том числе на развитие процессов неопределенности и реализацию тех или иных рисков, он отнес следующие: рост населения, в том числе и территориальное перераспределение населения; имеющееся предложение природных ресурсов (в настоящее время можно говорить об ограниченности этих ресурсов на земле. – *А.В.*); изменение потребностей людей, внедрение инноваций (как сказано в книге Ф. Найта – изобретений).¹² В настоящее время можно говорить о существенном усилении неопределенности экономического развития под влиянием подобных факторов.

В условиях современной экономики можно отметить важную роль, которую играет в процессе относительной стабилизации и защиты от риска финансовых рынков широкое распространение в конце прошлого века рынков производных финансовых инструментов. На рис. 1 представлен общий годовой объем деривативных финансовых инструментов, обращающихся в различных регионах земного шара, в последние годы XX столетия. Из представленной диаграммы следует, что в 1998 г. более половины оборота производных финансовых инструментов приходилось на рынки США, что и обеспечивало как относительную стабилизацию положения на финансовых рынках этой страны, так и достаточно быструю ликвидацию тех или иных ситуаций, возникающих на этих рынках. Вместе с тем следует иметь в виду, что широкое распространение рынков производных финансовых инструментов обеспечивает защиту от риска изменения курсов базовых активов, и с этой точки зрения оказывает лишь косвенное влияние на риски изменения макроэкономических показателей и обеспечение относительной стабилизации общего макроэкономического положения. В связи с этим можно отметить, что развитие процессов глобализации формирует одновременно некоторые факторы относительной стабилизации макроэкономики отдельных стран.

Но влияние факторов макроэкономического риска, по-видимому, является все-таки преобладающим. Однако важнейшей особенностью развития современных макроэкономических процессов является существенное возрастание влияния факторов риска на основные параметры макроэкономического развития и условия стабилизации макроэкономического роста, что требует, в свою очередь, анализа влияния подобных факторов на эти параметры и учета их воздействия при формировании моделей экономического роста.

* Указанные условия и факторы повлекли за собой не только необходимость развития и преобразования моделей экономического роста. Они вызвали развитие теории информационной экономики, теории асимметричной информации и взаимодействия принципала и агента, обусловили развитие современной теории

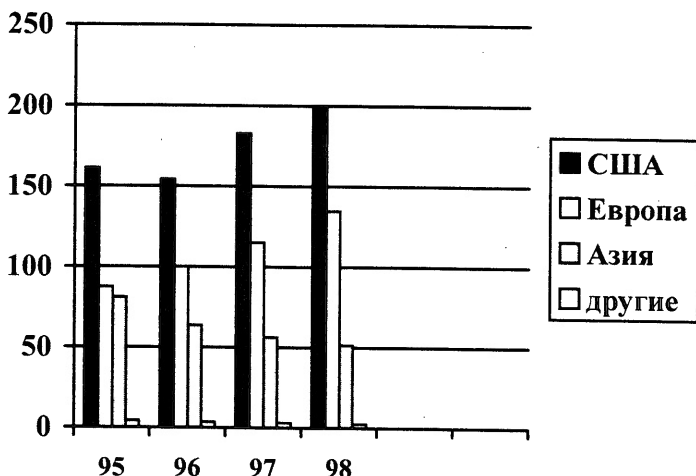


Рис. 1. Мировой рынок производных финансовых инструментов (млрд долл. США за год).
 Источник: Bank fuer internationalen Zahlungsausgleich. 69 Jahresbericht. 1. April 1998. – 31. Maerz 1999. Basel 1999.

Усиление влияния факторов неопределенности на макроуровне и исследование возможности моделирования макроэкономики с учетом неопределенности, порождаемой как сложным влиянием внешних факторов, которое лишь усиливается в условиях глобализации, так и современными особенностями развития бизнеса внутри страны, предполагают анализ следующих проблем.

1. Речь идет об определении меры риска на уровне макроэкономики. Если общее определение риска как колебания или неоднозначной определенности будущих значений макроэкономических показателей в принципе аналогично определению риска в любых других ситуациях принятия решений, то существенной становится проблема меры макроэкономического риска, а именно – возможно ли использование в качестве меры риска дисперсии и стандартного отклонения в зависимости от выделенного типа неопределенности.

2. При построении подобных мер риска необходимо использовать будущие распределения соответствующих макроэкономических показателей. Очевидно, что эти будущие распределения отсутствуют, и практически можно пользоваться только выборочными распределениями прошлых значений этих показателей, как это делается при анализе доходностей и рисков на рынках акций. Здесь можно отметить, что учет выборочных распределений курсов и доходностей акций всеми участниками рынка в процессе обоснования решений по управлению портфелем ценных бумаг при определенных условиях способствует формированию однородных ожиданий относительно будущих курсов акций. Это позволяет оценивать риски акций, которые становятся рыночными, а не чисто субъективными оценками.¹³ Учитывая же особенности тенденций развития макроэкономических процессов, можно отметить крайне косвенное влияние ожиданий простых граждан страны, бизнесменов, менеджеров, т. е. основных участников рынка, своими действиями обеспечивающих формирование конкретной рыночной конъюнктуры, на уровень макроэкономических показателей. Лишь в определенных областях ожидания

инвестирования и методов оценки стоимости бизнеса, породили необходимость использования рыночных, а затем и реальных опционов в процессе управления рисками и т. п.

граждан оказывают влияние на состояние макроэкономики. Как показали лауреаты Нобелевской премии по экономике 2004 г. Ф. Кидланд и Э. Прескотт, ожидания роста налогов приводят к существенному увеличению текущих расходов, что может повлечь за собой в будущем негативные последствия, если соответствующие органы государственного регулирования не примут необходимых мер.¹⁴ Но и в этом случае влияние налоговых ожиданий граждан окажет косвенное и достаточно опосредованное влияние на макроэкономическое развитие.

Окончательный результат в сфере макроэкономики существенно зависит от тех решений, которые принимают органы государственного управления и которые могут как снизить негативное влияние этих ожиданий, так и усилить влияние позитивных процессов в сфере макроэкономики. Нужно иметь в виду, что хотя влияние лиц, принимающих основные государственные решения, на общее состояние в экономике достаточно велико, но в условиях развития процессов глобализации они не могут полностью контролировать ситуацию и не являются совершенно свободными в выборе своих решений и обеспечении их выполнения. Уже отсюда возникает вопрос: можно ли для анализа и исследования риска на уровне макроэкономики применять обычные меры риска, прежде всего дисперсию и стандартное отклонение, или необходим анализ и обоснование специальных подходов к оценке и измерению макроэкономических рисков?

Анализируя тенденции развития макроэкономических показателей, которые и отражают собственно макроэкономические риски, следует иметь в виду, что можно выделить риски, порождаемые внутренними факторами. К их числу относятся риски, порождаемые рыночными условиями, включая конъюнктуру финансовых рынков; конъюнктуру товарных рынков, а также инновационные и инвестиционные риски; технологические риски, отражающие уровень используемой техники и технологии; техногенные риски, обусловленные как возрастанием влияния деятельности человека на окружающую среду, так и увеличением роста объема производства и усилением взаимной зависимости производства и окружающей среды; сюда же можно отнести политические, законодательные, природно-климатические и т. п. риски. Подобные риски должны отражать системное влияние внутренних факторов и условий на изменения и тенденции развития макроэкономических показателей.

Кроме того, развитие процессов экономической глобализации приводит к усилению влияния внешних для данной страны факторов макроэкономического риска. Подобное влияние проявляется прежде всего в том, что те или иные проблемы и неурядицы развитых стран через систему глобальных связей находят свое проявление в изменениях рыночной конъюнктуры внутри других стран, которые приводят к нежелательным колебаниям макроэкономических показателей. Причем в условиях развития процессов глобализации отдельные страны в определенной мере теряют полный контроль над внутренней макроэкономической ситуацией, и указанные внешние факторы риска мало поддаются регулированию внутри этих стран.

Сказанное выше позволяет сделать вывод об усилении влияния неопределенности на развитие макроэкономических процессов, что предполагает обоснование подходов к ее измерению и учет в процессе управления. Фрэнк Найт, рассматривая влияние неопределенности на результаты бизнеса, отметил следующие возможности сокращения ее воздействия: расширение знаний о будущем, в том числе и накопление необходимых данных; использование различных форм крупномасштабных организаций; увеличение контроля над будущим; замедление темпов прогресса.¹⁵ Вместе с тем он подчеркнул, что все это требует существенных дополнительных расходов. Примечательна последняя возможность, которая свидетельствует о том, что уже тогда, в первой четверти XX в., он отметил усиление влияния темпов научно-технического прогресса на рост

неопределенности. В современных условиях, как следует из сказанного выше, именно ускорение научно-технического прогресса служит одной из основных причин роста влияния неопределенности на макроэкономическую стабильность, а не только на результаты конкретного бизнеса, как это было у Ф. Найта.

Разрабатываемые в настоящее время подходы к анализу и учету рисков на уровне макроэкономики в значительной степени связаны с переносом подходов, используемых для анализа финансовых рынков, на уровень макроэкономического моделирования и обоснования условий экономического роста. Однако на уровне макроэкономики воздействие и влияние факторов риска по своей сути существенно отличаются от влияния факторов риска на уровне, например, финансовых рынков. Это проявляется в том, что на финансовых рынках доходность акций действительно подвержена существенным колебаниям, причем в обе стороны, и гипотеза о подобном колебании может быть наглядно подтверждена при анализе эмпирических данных. Колебания курсовой доходности одной из крупнейших компаний мира – британской компании British Airways – действительно происходят достаточно часто, возможны резкие отклонения доходности акции как в сторону увеличения, так и падения, в том числе ниже нуля (рис. 2). В этом случае мера риска должна отражать средний интервал возникающих колебаний доходности акций. Для измерения соответствующего риска можно воспользоваться стандартным отклонением или дисперсией, что, в свою очередь, опирается на предположение о нормальном распределении доходности акций.

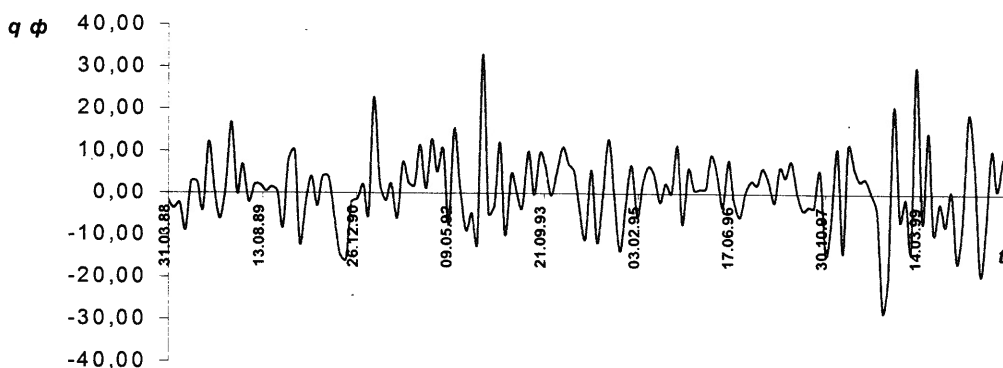


Рис. 2. Фактическая курсовая доходность акций компании British Airways за период с 31 марта 1998 г. по 31 марта 2000 г.

И с т о ч н и к : Данные агентства Barra (www.barra.com).

В то же время вряд ли возможны столь же резкие ежемесячные колебания основных макроэкономических показателей с достаточно большой амплитудой в обе стороны от некоторого среднего значения или иного ожидаемого значения. Это противоречит определенной устойчивости макроэкономических показателей, связанной с тем, что в их значениях находит свое отражение достаточно большой комплекс противоречивых условий и факторов, влияние которых может взаимно погашаться. Это подтверждает и анализ динамики макроэкономических показателей России. На рис. 3–6 представлены динамика валового внутреннего продукта (ВВП) России, объема потребления, индекса потребительских цен (как одна из возможных оценок инфляции) и цены на нефть в рублях за тонну по данным Госкомстата России с сентября 1995 по август 1998 г., т. е. до кризиса августа 1998 г. Очевидно, что динамика изменения рассматриваемых макроэкономических

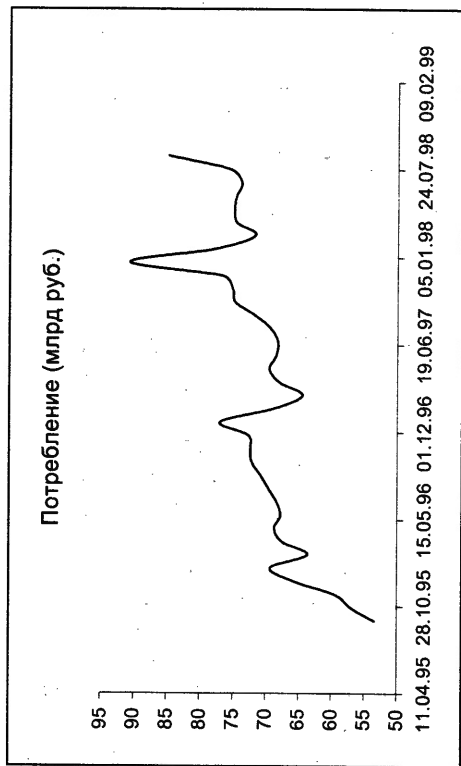


Рис.3. Динамика общего объема потребления России

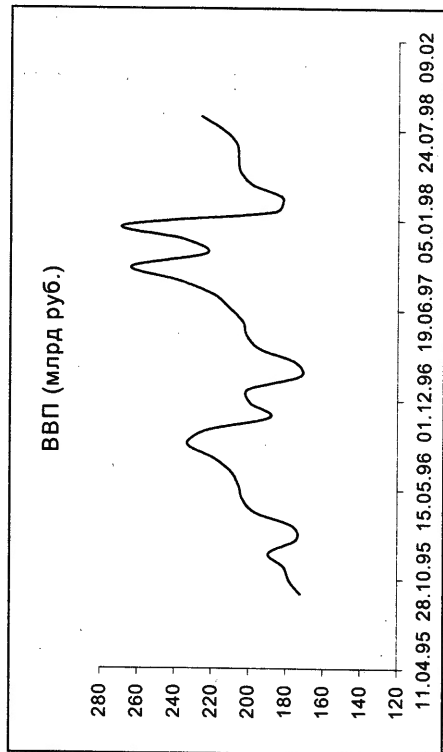


Рис.5. Валовой внутренний продукт России

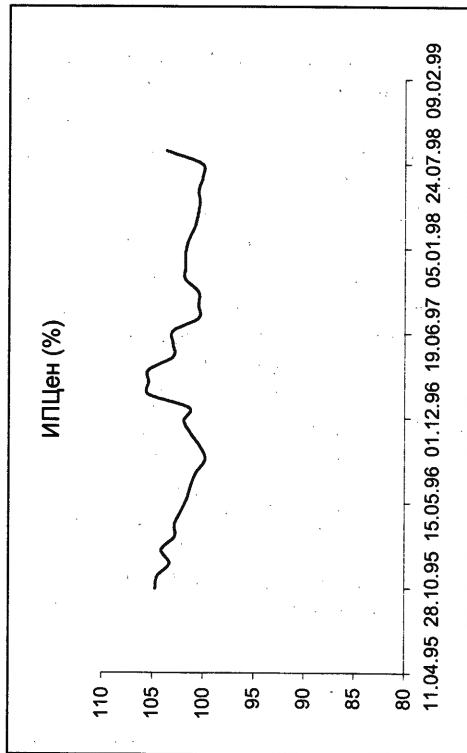


Рис.4. Индекс потребительских цен

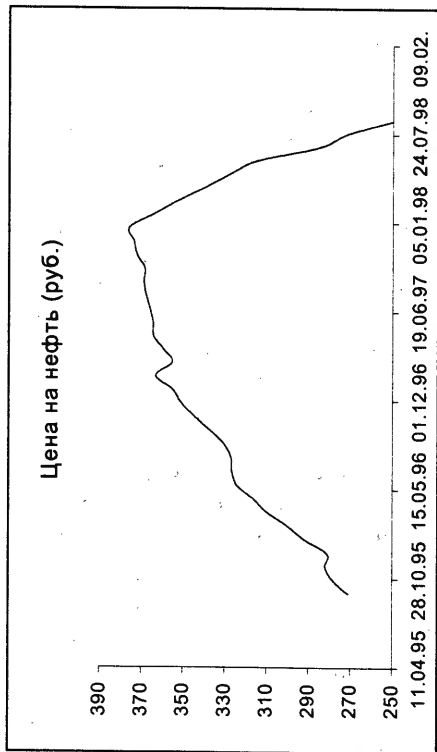


Рис.6. Цена на нефть

показателей проявляется в несколько другой форме, нежели динамика изменения курса акций. Это выражается в более плавном изменении всех кривых, приведенных на рис. 3–6, что оказывает существенное влияние на роль и значения выборочных характеристик риска изменения указанных макроэкономических показателей. Конкретные особенности можно проследить на примере значений стандартного отклонения указанных макроэкономических показателей (таблица). Их анализ позволяет сделать ряд примечательных выводов.

Данные таблицы показывают, что еще накануне кризиса августа 1998 г. в России лишь анализ наблюдаемых значений индекса РТС позволял делать вывод о том, что на отечественном фондовом рынке возникают существенные проблемы, которые могут привести к его обрушению. Об этом свидетельствовали достаточно большое значение стандартного отклонения значений индекса РТС за рассматриваемый период (см. таблицу), а также устойчивая тенденция к падению индекса, которую можно было наблюдать на фондовом рынке начиная с сентября–октября 1997 г. Примечательно, что подобную же тенденцию можно наблюдать при анализе динамики цены на нефть (рис. 7). Не случайно при построении многофакторных моделей фондового рынка цена на нефть во всем мире рассматривается как одна из важнейших объясняющих переменных.

Выборочные характеристики риска макроэкономических показателей (по данным за период с 25.12. 1995 г. до 25.08. 1998 г.)

Показатели	Индекс РТС	Валовой внутренний продукт (млрд руб.)	Индекс потребительских цен (%)	Цена на нефть (руб. за тонну)	Потребление (млрд руб.)
Среднее значение	239,61	204,82	102,14	331,39	70,77
Стандартное отклонение	141,50	23,71	1,69	36,07	6,85
В процентах к среднему значению	59,06%	11,57%	1,66%	10,89%	9,68%

Р а с с ч и т а н о по : данные Госкомстата РФ за соответствующий период (www.gks.ru).

Для остальных макроэкономических показателей, как следует из данных таблицы, значение стандартного отклонения относительно небольшое. Так, для индекса потребительских цен это значение составляет 1,69%, что позволяет говорить о том, что за рассматриваемый отчетный период этот показатель был почти постоянным. Однако позднее, буквально через 1–2 месяца, индекс потребительских цен резко увеличился почти в 4 раза. Аналогичные результаты могут быть получены и на примере других показателей, характеристики которых приведены в таблице. Это позволяет сделать вывод, что выборочное значение стандартного отклонения в условиях моделирования макроэкономических показателей совершенно не позволяет получить достаточно надежного представления о будущих колебаниях рассматриваемого макроэкономического показателя, и требуются какие-то дополнительные оценки и формы выражения макроэкономических рисков.

Макроэкономические показатели обладают гораздо большей устойчивостью, чем курсы и доходности отдельных ценных бумаг на фондовом рынке. Это позволяет сделать вывод о том, что, с точки зрения учета и управления рисками, на уровне макроэкономики возникают несколько отличные проблемы, которые можно подразделить на две большие группы.

Первая группа проблем связана с измерением макроэкономических рисков и возможностями управления ими, вторая – с исследованием типа неопределенности, который может быть использован при анализе макроэкономических рисков. Проблемы первой группы предполагают получение ответов на следующие вопросы. С одной стороны, можно ли при анализе макроэкономических процессов пользоваться теми же самыми мерами риска, которые применяются при анализе и оценке инструментов, обращающихся на финансовых рынках, – дисперсией и стандартным отклонением, или нужны специальные подходы к оценке и измерению макроэкономических рисков? Проведенный выше анализ показал, что ответ на этот вопрос далеко не однозначен. Однако все предлагаемые подходы в этой области опираются на использование дисперсии и стандартного отклонения в качестве меры риска. С другой стороны, насколько существенно влияние макроэкономических факторов риска на результаты развития экономики? Из приведенных выше данных (см. таблицу) следует, что наиболее важную задачу – предсказать возможное падение или оценить интервал будущих колебаний макроэкономических показателей – решить достаточно сложно. При этом требует специального обоснования вопрос о том, связано это с неадекватностью меры риска или со спецификой и особенностями развития процессов макроэкономики. Кроме того, необходимо выяснить, не приведет ли усложнение модели экономического роста, например, связанное с введением тех или иных стохастических уравнений, стохастических переменных или параметров риска, к получению новых содержательных экономических результатов, или просто покажет некоторые особенности развития теории экономического роста в современных условиях. Также важно понять, в какой степени макроэкономические риски поддаются управлению и какие методы управления рисками можно при этом использовать.

Вторая группа проблем при моделировании макроэкономических процессов в условиях риска, как уже было отмечено, заключается в форме представления неопределенности. Необходимо знать, какой тип неопределенности должен учитываться при моделировании макроэкономики; можно ли использовать предположение о стохастической неопределенности макроэкономических процессов или речь идет о не стохастической неопределенности, анализ которой связан с ожиданиями будущего развития событий, субъективными вероятностями их наступления и т.п.

Основные современные идеи в области дальнейшего развития теории моделирования экономического роста, призванные учесть факторы риска и существенно расширить класс моделей экономического роста, связаны с использованием подходов, предполагающих построение непрерывных во времени моделей экономического роста, которые предусматривают включение тех или иных параметров, отражающих риски. Речь идет о некоторых разновидностях задач стохастической оптимизации. Эти подходы, с одной стороны, могут быть в той или иной степени связаны с использованием стохастических процессов для моделирования изменения тех или иных макроэкономических показателей. Среди этих процессов важную роль играют стохастические процессы, обладающие марковским свойством, которое состоит в том, что только текущее состояние случайной переменной является важным или определяющим при прогнозировании ее будущего состояния. Кроме того, стохастические изменения рассматриваемой случайной переменной независимы и имеют одно и то же распределение.

В принципе могут быть выделены три основных стохастических процесса, которые обладают марковским свойством. Процесс Винера, или случайное, или броуновское движение; обобщенный процесс Винера, который предполагает случайное движение вдоль некоторой тенденции; процесс Ито, который представляет собой в определенной степени некоторую конкретизацию обобщенного винеровского процесса.

В процессе Ито основные параметры процесса – ожидаемое значение показателя и дисперсия – являются функциями от основных переменных модели.¹⁶ На основе анализа специального дифференциального уравнения, удовлетворяющего так называемой лемме Ито, был получен ряд важных результатов современной экономической науки, например выведена известная формула Блэка–Шоулза. Применительно к построению моделей роста речь может идти о формировании дифференциальных уравнений, описывающих динамику отдельных макроэкономических показателей в форме уравнений, соответствующих процессам Ито. Кроме того, выполнение условий леммы Ито позволяет изучать не только случайное движение исходных макроэкономических показателей, но и взаимосвязанных с ними. Например, цен и стоимостного объема выпуска продукции, ставки заработной платы и численности занятых, ставки процента и объема инвестиций и т. п. При этом следует иметь в виду, что сама форма уравнений Ито принципиально не может быть изменена. Речь может идти только о содержательной интерпретации макроэкономических показателей и описании их движения с помощью уравнений Ито.

Второй подход может быть связан с постановкой модели роста на основе задачи оптимизации функции полезности на бесконечном периоде по аналогии с традиционным подходом в этой области, но с учетом ограничений, учитывающих те или иные стохастические переменные. Подобные модели относятся к классу моделей стохастической оптимизации в условиях непрерывного времени. В условиях анализа подобных моделей должно измениться понятие равновесия и стационарных или оптимальных траекторий развития, поскольку получаемые решения в принципе должны зависеть от характеристик распределения рассматриваемых случайных величин. В том числе темп роста может быть стохастической случайной величиной, как и другие характеристики формируемой модели экономического роста. Определенным обобщением простой модели стохастической оптимизации могут служить модели стохастического взаимодействия, которые в своей основе опираются на известные неоклассические многопериодные модели оптимизации потребления с учетом инвестиций на финансовых рынках.¹⁷ Применительно к макроэкономическим моделям речь может идти о введении случайных цен товаров и обменных курсов валют; объема выпуска, ставки процента на капитал. С. Тарновский представил модель максимизации функции полезности на бесконечном периоде при условии, что величина благосостояния, представляющая собой разность между доходами от портфеля, содержащего акции, внутренние и зарубежные облигации, а также конвертируемую валюту, и расходами на потребление и уплату налогов, является функцией от параметров, удовлетворяющих процессам Ито.¹⁸ Следовательно, для ее прироста также выполняется уравнение Ито от выделенных параметров. При анализе модели могут быть получены уравнения равновесия на рынке товаров, рынке облигаций, равенства спроса и предложения денежного капитала и т. п. Полученные соотношения также будут зависеть от характеристик исходных случайных величин, моделирование которых осуществляется по процессу Ито.

Вместе с тем следует иметь в виду, что рассматриваемый в данном случае подход, как и основы теории принятия рискованных решений, возможные подходы к обоснованию влияния факторов риска и используемым мерам риска в настоящее время были разработаны на уровне обоснования конкретных предпринимательских решений. Наиболее содержательные теории и концепции риска разработаны применительно к финансовым рискам и условиям функционирования финансовых рынков. Поэтому не случайно в модели, предложенные американским экономистом С. Тарновским, вошли условия функционирования финансовых рынков.

Сформулированные проблемы не опровергают принципиально возможности использования непрерывных стохастических моделей для описания развития экономики и

совершенствования представления об экономическом росте и устойчивом развитии в условиях возрастающего влияния факторов риска в современных экономических условиях. Следует иметь в виду, что теория экономического роста в условиях детерминированных моделей носит более законченный и обоснованный характер, а современные подходы, основанные на стохастических моделях, безусловно, представляют собой развитие теории экономического роста. При этом необходимо показать, в какой мере введение стохастических переменных или тех или иных мер макроэкономического риска меняет представления об устойчивом экономическом росте и экономической стабилизации по сравнению с традиционными подходами к моделированию экономического роста, поскольку динамично меняющиеся состояния экономики зависят от факторов риска.

Таким образом, основные проблемы анализа и исследования макроэкономических рисков заключаются в том, что понятие и мера риска в макроэкономике не определены однозначно, и требуется уточнить само понятие макроэкономического риска и обосновать необходимые формы его измерения и учета в процессе макроэкономического моделирования. Прямое перенесение на макроэкономику основных принципов оценки риска, используемых при моделировании финансовых рынков, вызывает определенные сомнения. Требуется разработка новых макроэкономических моделей, учитывающих факторы риска, а также методов управления макроэкономическими рисками.

¹ Solow R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth // *Quarterly Journal of Economics*. 1956. N 70. P. 65–94. Похожие идеи были развиты в статье Т.Свена (см.: Swan T. Economic Growth and Capital Accumulation // *Economic Record*. 1956. N 32. P. 334–361).

² Cass D. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation // *Review of Economic Studies*. 1965. №32. P. 233–240.

³ Koopmans T. On the Concept of Optimal Economic Growth // *The Econometric Approach to Development Planning*. Amsterdam, 1965. P. 225–300.

⁴ Основные подходы в области современных моделей экономического роста см.: Romer D. *Advanced Macroeconomics*. New York, St.Louies, 1996; Barro R. J. *Macroeconomics: Fourth edition*. New York, 1993; Barro R. J., Sala-i-Martin X. *Economics Growth*. New York, 1995; Blanchard O. *Macroeconomics*. New Jersey, 2002; Barro R. J., Mankiw G. N., Sala-i-Martin X. *Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth* // NBER. Working Paper. 1992. N 4206. November; Смирнов А. Д. Лекции по макроэкономическому моделированию. Учеб. пособие для вузов. М., 2000.

⁵ См., напр.: Aglion P., Howitt P. *Endogenous Growth Theory*. Cambridg, 1998; Stadler M. *Stochastische Innovations-und Wachstumszyklen* // *Wirtschaftswissenschaftliches Seminar Ottobeuren*. Tuebingen, 1998. Band 28.

⁶ Онгоро Т. Н. Современные экономические концепции глобализации: критический анализ // *Вестн. С-Петерб. ун-та*. Сер. 5. 2004. Вып.2. С. 78.

⁷ Подробнее о глобализации финансовых рынков и формах их проявления см. в кн.: Воронцовский А.В. *Современные теории рынка капитала: В 2 т. Т. 1* СПб., 2004. С. 19–27; Hax H. *Effects of globalisazion on national financial systems*. 2002; Ranzio-Plath Ch. *Zur Globalisierung der Finanzmaerkte und Finanzmarktstabilitaet: Herausforderungen fuer Europa*. Baden-Baden, 2001.

⁸ Подробнее о проблемах и негативном воздействии процессов глобализации см.: Stiglitz J. *Die Schatten der Globalisierung*. 3. Aufl. Berlin, 2002.

⁹ Линдерт П. Х. *Экономика Мировозрастных связей* / Пер. с англ. М., 1992. С. 104–110.

¹⁰ См., напр.: Воронцовский А. В. *Инвестиции и финансирование: методы оценки и обоснования*. СПб., 2003.; Фостер Р. *Обновление производства: атакующие выигрывают* / Пер. с англ. М., 1987. С. 116.; *Экономическое наследие Н.Д. Кондратьева и современность* // Уч. зап. кафедр общественных наук С.-Петербурга. Вып. 31. СПб., 1994. С. 120–121.

¹¹ Найт Ф. *Риск, неопределенность и прибыль* / Пер. с англ. М., 2003. С. 142–171, 297–327.

¹² Там же. С. 318–321.

¹³ О влиянии информации на ожидания инвесторов и о соответствующих концепциях рынка капитала см.: Воронцовский А. В. *Указ. соч.* С. 49–90.

¹⁴ См., напр.: Kydland F. E., Prescott E. C. *Time to Build and Aggregative Fluctuation* // *Econometrica*. 50. 1982. November. P. 1345–1370; Kydland F. E., Prescott E. C. *Hours and Employment in Business Cycle Theory* // *Economic Theory*. 1. 1991. January. P. 63–82.

¹⁵ Найт Ф. Указ. соч. С. 328.

¹⁶ Подробнее о теории стохастических процессов и их использовании для моделирования цен финансовых активов см.: Уотшем Т. Дж., Паррамоу К. Количественные методы в финансах / Пер. с англ. М., 1999. С. 461–492.

¹⁷ Основные предпосылки и условия анализа подобных моделей в условиях дискретного времени представлены, напр.: Крушвиц Л. Финансирование и инвестиции. Неоклассические основы финансов / Пер. с нем. СПб., 2000. С. 11, 19, 24, 152.

¹⁸ Turnovsky S. Methods of Macroeconomic Dynamics. The MIT Press. 1997. P. 477–480.

Статья поступила в редакцию 29 декабря 2004 г.