



Дмитрий Сергеевич ЧЕРНАВСКИЙ

Главный научный сотрудник Отделения теоретической физики Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, доктор физико-математических наук, профессор, действительный член РАН

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРОЭКОНОМИКИ

Речь пойдет о моделировании реальной экономики с использованием так называемого синергетического подхода. В основу доклада положены работы группы ученых в составе: Д.С. Чернавский, Н.И. Старков (ФИАН), С.Ю. Малков, Ю.В. Коссе (ФВН), А.В. Щербаков (АО «Курс»).

Математические модели в экономике — веяние времени. Тем не менее по отношению к ним существует определенный скепсис, причины которого достаточно понятны.

Во-первых, долгое время экономика относилась к гуманитарным наукам — математические модели здесь неуместны.

Во-вторых, теоретическая классическая экономика в последнее время оторвалась от реальности, там решаются внутренние задачи — по существу, это нечто вроде игры в бисер (заметим, это не только мое мнение). В классической экономике очень много математики, и серьезной математики, но она до сих пор направлена на решение совсем иных проблем — увеличения богатства (общественного, корпоративного или личного), а не развития. В результате классическая математическая экономика в настоящее время представляет собой замкнутую внутри себя науку со своим понятийным и математическим аппаратом. Она слабо связана с другими естественными науками (физикой, химией, биологией), и подобная изоляция не способствует ее развитию. Тем не менее сейчас это направление популярно и считается «основным течением» экономической мысли.

В-третьих, реалистическая математическая экономика (ее также называют эволюционной или синергетической) только начинается. В ней основное внимание уделяется процессам развития. Для этой цели используется математический аппарат теории нелинейных динамических систем, который успешно применяется при решении задач в других развивающихся системах (биологических, химических и физических). В этом смысле реалистическая экономика не изолирована, а напротив тесно связана с естественными науками.

Специфика реалистической экономики состоит в учете так называемого «человеческого фактора», то есть экономического поведения реальных людей — потребителей и производителей. Подчеркнем, речь идет о реальном поведении, не навязанном какими-либо априорными догма-



ми. Для этого используется функция спроса, то есть зависимость количества приобретаемого товара $Q(r)$ от покупательной способности r . Последняя равна отношению накоплений к цене товара. Графически функция спроса представлена на *рис. 1*.

Важное свойство этой функции — излом при $r=r_{\min}$. При меньших значениях покупательной способности приобретаются товары первой необходимости. При больших — предметы длительного пользования. Координата излома r_{\min} отражает свойство человеческой природы. Малое значение r_{\min} показывает, что при малом достатке люди довольствуются малым, но при появлении свободных средств хотят иметь все и сразу. Большое значение r_{\min} свидетельствует о том, что люди бережливы и не тратят все сразу. Параметры функции спроса могут медленно меняться при смене поколений.

Помимо этого в синергетических моделях учитываются простые и понятные соображения — балансы доходов и расходов. Если они уравновешены, то это равновесное, стационарное состояние, если нет, то возникает динамика, иногда катастрофическая.

В рамках этого подхода строятся и исследуются модели многих явлений. В нашей группе в рамках этого подхода строятся и исследуются модели следующих процессов:

- а) макроэкономики современной России;
- б) борьбы мировых валют на мировом финансовом рынке (модель актуальна для проблемы перехода к конвертируемому рублю);
- в) финансовых «пузырей» и «пирамид» (модели актуальны для описания финансового кризиса);
- г) рекламы (в том числе моделирование информационных войн);
- д) эколого-экономических процессов (модели актуальны в связи с приближающимся экологическим кризисом).

Сегодня речь пойдет о первой модели — макроэкономики современной России.

Число уравнений в ней соответствует количеству групп населения, а каждое уравнение крайне просто — по сути, это баланс доходов и расходов каждой группы. Расходы описываются функциями спроса, доходы — функциями производства. Важно, что эту модель можно иллюстрировать очень простой диаграммой, представленной на *рис. 2*.

На этой диаграмме представлены и расходы, и доходы владельцев. Как говорилось выше, расходы описываются функцией спроса, доходы — функцией производства. Наклон этой функции

Рисунок 1.
ЗАВИСИМОСТЬ КОЛИЧЕСТВА ПРИОБРЕТАЕМОГО ТОВАРА $Q(r)$ ОТ ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ r (ФУНКЦИЯ СПРОСА)

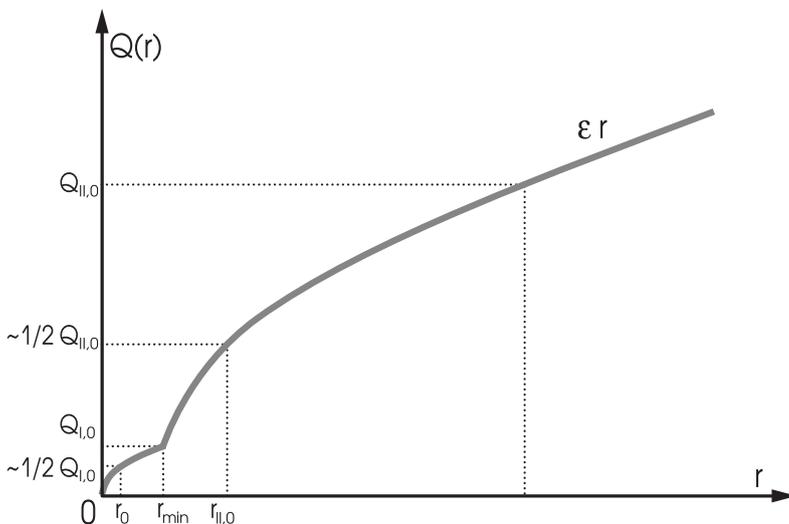
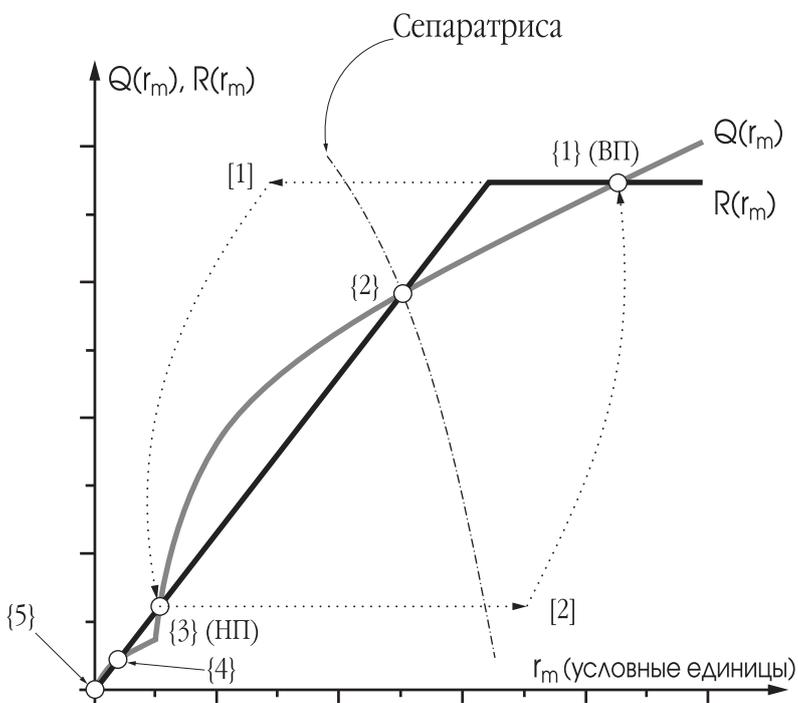


Рисунок 2.
БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ МАКРОЭКОНОМИКИ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ



пропорционален рентабельности. Из диаграммы явствует, что излом (кноп) функции спроса действительно играет важную роль. Видно, что возможно несколько стационарных состояний: высокопроизводительное (ВП), низкопроизводительное (НП), между ними — неустойчивое состояние, и, наконец, нельзя забывать о том, что возможен худший вариант — натуральное хозяйство. Очевидно, что изменение рентабельности и других параметров действительно может переключать высокопроизводительное состояние на низкопроизводительное.

Несколько слов об истории. В 1996 г. году эта модель была предложена, построена, и тогда в ее рамках был описан переход из высокопроизводительного состояния в низкопроизводительное в результате обесценивания оборотных средств. В настоящее время модель по-прежнему сохраняет силу, хотя параметры изменились и, соответственно, немного трансформировалась диаграмма.

Что сегодня можно сказать о современной экономике? Она по-прежнему близка к равновесному низкопроизводительному состоянию, в которое перешла в 1990-е гг. Фонды, которые существовали ранее, не задействованы, износились, (ВП) состояние понизилось и приблизилось к (НП) состоянию. Как эти процессы отражены в модели? На диаграмме видно, что, например, малые изменения наклона сильно влияют на ситуацию, оба состояния близки к неустойчивому. Это значит, что нашу экономику сильно лихорадит.

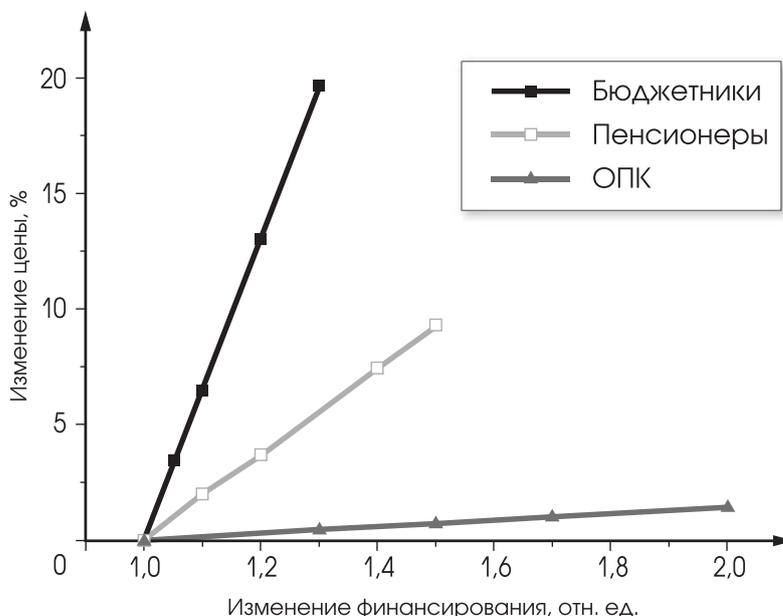
Рассмотрим некоторые примеры откликов экономики на возможные меры воздействия. Наша модель не преследует цели дать долговременный прогноз, более того, мы считаем, что в настоящее время неустойчивость велика и горизонт прогнозирования мал. Мы преследуем другую цель — дать инструмент поддержки принятия решения. Что это значит? Допустим, если некто на государственном уровне принял какое-то решение (или хочет его принять), то модель покажет, какими будут последствия.

Приведем некоторые примеры.

Положим, принято решение повысить зарплату бюджетникам. Модель позволяет оценить, какова будет инфляция. Результаты представлены на рис. 3 (верхняя кривая). По оси абсцисс — доля увеличения зарплаты, по оси ординат — увеличение цены. Средняя кривая — то же по отношению к пенсионерам.

Другая задача — посмотрим, к чему приведет увеличение ассигнований на оборонный комплекс (ОПК). Понятно, что слишком большие во-

Рисунок 3.
УРОВЕНЬ ИНФЛЯЦИИ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ЗАРПЛАТЫ
БЮДЖЕТНИКАМ, ПЕНСИОНЕРАМ
И УВЕЛИЧЕНИИ РАСХОДОВ НА ОПК



енные расходы разорительны для экономики. Однако при определенных условиях военные расходы могут помочь решению сугубо экономических проблем (повышение занятости, активизация потребительского спроса, усиление научно-технического прогресса и т.п.), способствовать экономическому росту (увеличение ВВП), стимулировать развитие гражданских отраслей промышленности. Более того, слишком низкий уровень гособоронзаказа может привести к деградации наукоемкого сектора промышленности. Таким образом, макроэкономическая модель призвана обосновать оптимальный объем военных расходов федерального бюджета.

Рассмотрим увеличение расходов на ОПК с точки зрения инфляции. На рис. 3 уровень инфляции представлен нижней кривой. Он невысок, так как не все деньги гособоронзаказа идут непосредственно на рынок и дают на инфляцию, часть из них идет на восстановление, амортизацию и т.п.

На рис. 4 представлен случай, когда заемщики еще не выплачивают долговременный кредит, только проценты. Видно, что при кредитах дороже 5% годовых любая промышленность обречена на гибель (заметим: мы живем в такой «зоне смерти» вот уже 20 лет). **Вывод: надежды на то,**

что экономика России возродится за счет частных инвестиций, с нашей точки зрения необоснованны.

На рис. 5 представлены результаты государственного беспроцентного долговременного кредитования (госзаказ или госкредитование). По оси абсцисс — объем кредита (в год) в долях от оборотных средств. По оси ординат — ВВП. Видно, что малый объем кредита ведет к временному оживлению.

Оптимальный объем госкредитования обрабатывающей промышленности по оценкам данной модели — порядка триллиона рублей в год. При этом экономика выходит из кризиса и переходит в (ВП) состояние.

Вместо заключения

Во-первых, можно привести еще много примеров. Каждый может задать вопрос: а что ваша модель покажет, если, например, я захочу сделать то-то? Подумаем и ответим. То есть мы разработали модель, и теперь находимся в положении «спрашивайте — отвечаем».

Во-вторых, модель проста и основана на здравом смысле. Достоинство такого подхода в том, что результаты легко интерпретируются и легко просматриваются, недостаток — что возникает иллюзия возможности получения качественного результата и без модели. Отчасти это верно. Вообще, если математическая модель проста и хороша, то после того, как она сформулирована и получены результаты, возникает впечатление, что эти результаты можно получить и без нее. Это почти правильно, но не совсем: количественные результаты получить трудно. И, наконец, информацию о моментах наступления катастроф без моделей очень трудно получить. Так же трудно описать динамику перехода к новому состоянию.

В-третьих, модель не претендует на долгосрочный прогноз, так как в мире все меняется очень быстро. В ней есть внешние параметры, зависящие от решений государства (и не только нашего). Всего этого в одной модели не учесть, поэтому она имеет другую цель, о которой говорилось выше, — быть инструментом поддержки принятия решения.

В целом можно сделать следующие выводы

1. Математические модели на основе синергетического подхода адекватны современной экономике: способны описать кризисы, варианты выходов из кризиса или переходов к хаосу.

2. Они активно развиваются в международных центрах: Santa Fe, Ren Corp. и др. В России по-

Рисунок 4. ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕНТНОЙ СТАВКИ КРЕДИТА НА РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

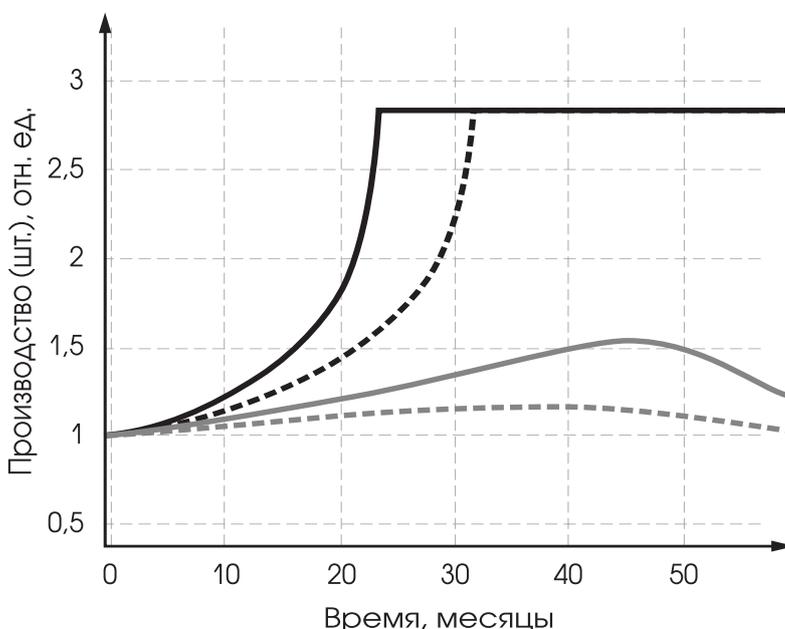
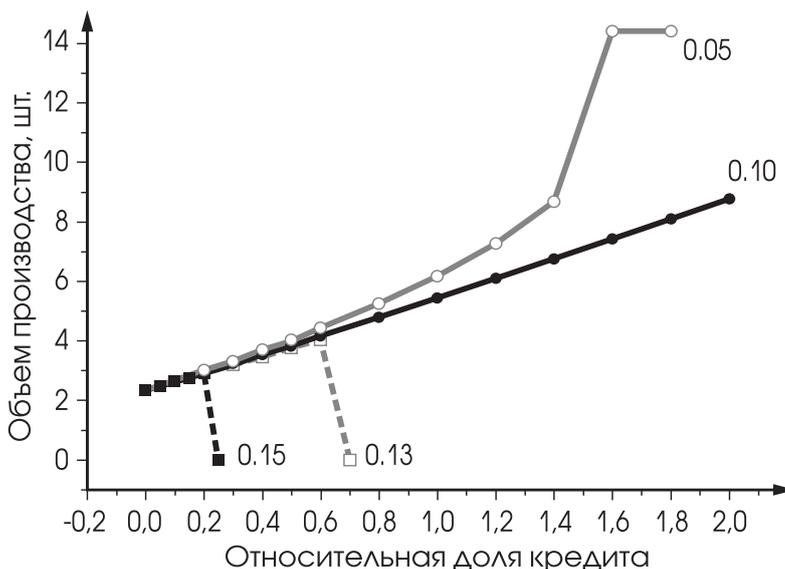


Рисунок 5. ЗАВИСИМОСТЬ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОТ СУММЫ КРЕДИТА



добные модели применяются лишь в отдельных группах. Я считаю актуальной задачей объединение этих групп с тем, чтобы они действовали сообща.

На этой бодрой и жизнеутверждающей ноте я хотел бы завершить свой доклад. Давайте жить дружно и действовать сообща! ■