

УДК 330.5.057.7

Дужински Рамзия Ризаевна, Торопцев Евгений Львович,
Мараховский Александр Сергеевич

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ¹

Статья посвящена фундаментальной проблеме исследования устойчивости экономических систем на основе моделей «input-output». Подвержена критике организация и практика таких исследований в России. На ее примере рассмотрены направления совершенствования экономико-математического моделирования при решении задач устойчивости экономических систем, которые могут быть востребованы в различных странах и экономических районах мира. Результаты исследования предназначены для использования лицами и структурами, принимающими экономические решения регионального и странового уровня. Нами подчеркивается исключительная ответственность и значимость лиц, принимающих экономические решения в контуре управления. Управление экономической динамикой и ростом экономики, поэтапное изменение ее структуры на основе кейнсианской методологии единственно возможно не только в условиях современной России, но и в экономиках многих стран мира, особенно в кризисные периоды развития.

Ключевые слова: устойчивость, «затраты-выпуск», экономическая динамика.

**Ramzia Duszynski, Evgeny Toroptsev, Alexander Marakhovskiy
ECONOMIC-MATHEMATICAL ANALYSIS
OF STATIC STABILITY ECONOMIC SYSTEMS**

This paper studies the problems of the organization of research of the sustainability of economic systems by analyzing their dynamic properties and investigating the potential of improvement of economic and mathematical modeling of such research. This problematics is investigated in a case study of the economy of modern Russia; in particular such methodology may serve as an instrument of the controlled transition of the country's economic dynamics to the sustained trajectories of growth. Results of the study are intended for use by individuals and entities that make economic decisions both at the regional and country levels. We emphasize the critical importance of individuals making economic decisions in the control loop, the necessity of rhythmic and timely development of the base «input-output» tables and dynamic input-output models. In the case of the realities of modern Russia, only one methodology surfaces as the optimal solution: the Keynesian methodology approach—with its gradual change of the economic structure applied to the management of the country's economics it is bound to enhance the country's economic dynamics and growth. On the contrary, lack of implementation of “non- market” management practices in the economy of Russia will be detrimental and without prospects for an extended period of time.

Key words: sustainability, «input-output», economic dynamics.

Кризисные явления, наблюдаемые в различных экономических системах, с неизбежностью порождают (или возрождают) реальные задачи регулирования экономических процессов, вызывая и усиливая внимание к инструментам их анализа и обоснования. Тема регулирования и управления связана в первую очередь с государственным регулированием и управлением, а здесь методология «input-output» претендует на роль ведущих на всех уровнях производственно-технологической иерархии: от предприятия до страны в целом [4, 6, 7, 8, 15]. Отметим, что каждому мало-мальски образованному читателю известен главный фактор, действующий на этом поле. Им является власть, персонифицированная в конкретных физических лицах, принимающих экономические решения. За этими лицами всегда остается последнее слово. Поэтому к управленческой команде такого уровня предъявляются разнообразные, но всегда высочайшие требования в части силы духа, интеллигентности, уровня образования, качеств личности, компетентности, профессионализма, преданности стране и порученному делу и т. п. При проведении анализа и разработке прогнозов экономическую и политическую власть всегда надо иметь в виду, хотя это не наша сегодняшняя тема.

¹ Статья подготовлена при финансовой поддержке РГНФ. Грант № 16-02-00091(а) «Моделирование и управление экономической динамикой сложных систем»

На основе базовых таблиц «затраты-выпуск» (ТЗВ) и межотраслевых балансовых моделей (МОБ) возможно решение широкого круга задач, связанных с оценкой качества переходных процессов и устойчивости на основе развитого математического аппарата теорий: дифференциальных уравнений и линейной алгебры, систем и системного анализа, исследования операций, автоматического управления, оптимизации. Причем в этой работе вреден циклический характер, ее надо вести на постоянной основе. Некоторое основание для оптимизма в России обусловлено представлением в Правительство РФ базовых ТЗВ за 2011 год в декабре 2015 г. во исполнение Распоряжения Правительства РФ от 14 февраля 2009 г. № 201-р. В 2016 году ТЗВ будут доступны всем, кто в них заинтересован. Это непременно вызовет всплеск научно-исследовательской и публикационной активности в области межотраслевого анализа, появление новых подходов к повышению конкурентоспособности экономики, к решению проблем модернизации и импортозамещения на базе структурных моделей. Также ясно, что реализации подлежат два больших направления совершенствования экономико-математического моделирования.

Первое направление связано с повышением качества российской статистики во временном, ассортиментном и количественном (или точностном) отношении. Читатель обратит внимание на четырёхлетний период разработки ТЗВ. Это долгий срок, количественная оценка межотраслевых взаимодействий в современной российской экономике должна быть более актуальной и публиковаться ежегодно. Однако в своем интервью, опубликованном в [9], зам. руководителя Росстата И. Д. Масакова называет этот срок технологически обоснованным. Полгода из указанного времени занимает Федеральное статистическое наблюдение, обработка его итогов требует еще 4–5 месяцев. Полгода резервирует Федеральная служба государственной статистики (Росстат) на получение данных от Министерства финансов, налоговой и таможенной служб. Рабочие версии ТЗВ планировалось получить в 2013 году, при этом ожидаемые невязки и дисбалансы в таблицах ресурсов и использования товаров и услуг составляют сотни процентов. Весь 2014 год отводился «для корректировки данных на основе глубокого и всестороннего анализа качества представленной информации, её экономического содержания и полноты охвата экономических операций...» [9]. То есть запланирована затяжная работа по выполнению итераций, минимизирующих дисбалансы. При этом анализ данных неформален и опирается при выполнении в том числе и на экспертные оценки «логичности» и «объективности» собранной информации. Не будем сейчас показывать, насколько далека Россия от мирового уровня статистических разработок примерами того, как организовано дело «у них», а попробуем ответить на вопрос, почему так оно обстоит «у нас».

Во-первых, надо отметить нерегулярность разработки ТЗВ и МОБ за последние 25 лет, а также народившиеся в это же время нигилизм, высокомерие, научный остракизм и «жесткость позиции» в их отношении. Метод «затраты-выпуск» отнесли к категории устаревших (методу практически 90 лет), сложных и громоздких, а потому непонятных и бесперспективных. Куда как проще вычислить коэффициент корреляции, не обращая внимание на ее возможную ложность, а то и подняться до теории индексов и вычислить дефляторы. Между тем библиометрический анализ прямого и косвенного влияния метода на другие научные дисциплины дает количественное подтверждение того, что анализ «затраты-выпуск» стал мультидисциплинарной областью [15].

Во-вторых, Росстат и его региональные отделения приложили известные усилия по разъяснению смысла и значения упомянутых выше федеральных статистических наблюдений. Бухгалтерские и планово-финансовые службы во время заполнения форм наблюдения получают дополнительные аналитические возможности по группировкам и учету расходов на своих предприятиях. Но на другой чаще весов лежит раскрытие финансово-экономической информации. По мнению авторов, увещевания Росстата о необходимости уплаты своеобразного «информационного налога» естества человека не преодолевают, тем более в условиях частого верховенства закона и права «на словах». Это мы о том, что никому не нравится, когда посторонние видят, а тем более фиксируют его недостатки. Ана-

логично реагируют и предприятия. Они с опаской воспринимают всякие статистические обследования и в рамках своих возможностей ищут и находят пути, чтобы формально, а заодно и некорректно, выполнить законодательство по финансовой и статистической отчетности. Известно ведь, что в допускаемых аудитором пределах «оптимизируются» даже бухгалтерские балансы. Почему так обстоит дело? На наш взгляд, потому, что уровень детализации элементов затрат, требуемый при проведении федерального статистического наблюдения, может затрагивать чувствительную для предприятия информацию, которую нежелательно раскрывать перед органами статистики. Например, структура затрат может указывать на применение технологий «для служебного пользования», дать сведения о неразглашаемой динамике и географии сбыта, сложившихся производственных связях, других элементах логистических цепочек, которые не хотелось бы афишировать. В этих условиях предприятие неминуемо и умышленно внесет недостоверные данные в формы наблюдения, что отразится на качестве ТЗВ и мере доверия к ним. Вот и возникает необходимость их балансировки, т. е. подгонки. Более того, квалификация работников экономических служб на малых и средних предприятиях часто бывает низкой, невысокая зарплата тому виной. Отсюда следует неточное отражение операций в бухгалтерских книгах. Таким образом, статистика не в состоянии проследить за всеми участниками и видами экономической деятельности, поэтому в каждой экономике присутствуют ненаблюдаемый, теневой и нелегальный секторы. Сказанное приводит к внесению случайных, систематических и умышленных ошибок в официальную статистику, что порождает неопределенности моделирования.

Качество и актуальность статистики в России было и остается низким, начиная с 1930-х годов после сворачивания НЭПа. Характеризуя советский период времени сошлемся на академика В. С. Немчинова с его образной, данной в 1960-х годах в [10] оценкой уровня обеспеченности экономических исследований как «голодного статистического пайка».

Во многом такое положение сохраняется и сегодня. Исправлять его никто не спешит, для этого нужна политическая воля, «осознанная необходимость» здесь не работает, а потому ожидать по-настоящему действенного участия экономической науки в управлении экономикой не приходится. Лучшие экономико-математические модели-задачи, модели-имитации и их комплексы, самые передовые теоретико-методологические построения и подходы, нацеленные на создание реальной системы оптимального функционирования экономики, будут иметь нулевую эффективность и даже принесут вред, столкнувшись со статистическими данными, имеющими слабое отношение к истинному положению дел в стране и регионах и представляющими собой результаты счета или досчета, а во многих случаях просто результат погрешностей счета. Как не вспомнить здесь Систему оптимального функционирования экономики (СОФЭ) академика Н. П. Федоренко и его учеников из ЦЭМИ [17], которая в законченном виде была опубликована в 1985 году в известном десятитомнике [3]. В том далеком году СССР получил М. С. Горбачёва и его перестройку. Казалось бы, бери этот десятитомник и перестраивай, так как все теоретические проблемы, имеющие принципиальное значение для непрерывного совершенствования методологии планирования и управления экономическими системами на всех уровнях – от предприятия до страны в целом – решены! Но этого не произошло по целому ряду причин, среди которых безграмотность самих перестройщиков.

Повергают в тяжкие раздумья и «результаты» деятельности наших доморощенных реформаторов-монетаристов начала 1990-х годов, которым уже в образованности не откажешь. Ну никак не устраивали их идеи и уроки С. Витте, П. Столыпина, Н. Кондратьева, Г. Сокольникова, да и того же «евангелиста от экономики» Дж. Кейнса, об обязательном оптимальном сочетании государственного регулирования со свободой рынка, их указания на необходимость постепенности и взвешенности при проведении реформ. Примером здесь может служить китайская экономика, которую возглавил в конце 1970-х годов Дэн Сяопин, инициировавший управляемый демонтаж в 1984–1992 гг. плановой системы и переход к рыночной экономике. Китай до сих пор развивается по грамотному и обоснованному сценарию. Нет же «со скоростью ошпаренного кота», по словам Н. П. Федоренко, схва-

тились наши младореформаторы-гайдаровцы за ломку отечественной экономики, устроив в чистом виде профанацию монетаризма, предоставляющего инструментарий тонкой финансовой настройки в целом уже отлаженного и устойчиво работающего рыночного механизма.

Второе направление совершенствования экономико-математического моделирования заключается в разработке мощных модельно-методических комплексов, объединяющих возможности моделей-задач, к категории которых относятся те же МОБ, и имитационных моделей в отношении решения проблем долгосрочного социально-экономического развития, задач кратко- и среднесрочного программирования, планирования, прогнозирования и управления экономическими системами. Сюда же необходимо интегрировать системы управления базами данных и геоинформационные системы. Что это даст? Ответ представляется следующим.

Такая программно-техническая база позволит резко сократить сроки разработки и качественно улучшить базовые ТЗВ. В самом деле, движение товаров и услуг непременно сопровождается платежными документами во исполнение требований налогового законодательства и бухгалтерского учета. Вместе с тем современные информационные и телекоммуникационные технологии, методы классификации и распознавания образов позволяют разработать кодификатор товаров и услуг в десятки миллионов наименований. Таким образом, продукты и услуги оказываются однозначно идентифицированными в базах данных, если упомянутые платежи будут снабжены кодом продукта или услуги. В результате вся система национальных счетов, включая ТЗВ, оказывается автоматизированной, а невязки в «черновых» версиях ТЗВ не составят уже сотни процентов, как это есть сегодня.

Итак, технически, технологически, методически и методологически проблема автоматизации получения статистических образов экономики страны и регионов в формате ТЗВ как минимум ежегодно решается. Дело опять за упомянутой уже выше политической волей, за узким кругом лиц, формирующих экономическую политику в стране. Здесь понятным ограничивающим условием является одно: принцип «прозрачности» нравится далеко не всем.

Особо подчеркнем возможность получения ТЗВ и МОБ для регионов. Необходимо только совершенствование законодательства, чтобы навести порядок в учете затрат и производства продукции мультитерриториальных компаний, определить сальдо внешнеторгового обмена, что позволит математически замыкать по потреблению модели открытых экономик регионов. В конце концов, экономика Нидерландов, например, так же открыта в отношении экономик стран Евросоюза, как экономика Ставропольского края в отношении окружающих его субъектов РФ. И это не мешает Нидерландам ежегодно разрабатывать ТЗВ [14].

Не будем перечислять на этих страницах традиционные задачи, которые решаются на основе статических моделей МОБ, в полной мере отдавая им должное и признавая значимость. Наша работа посвящена проблеме экономической динамики и устойчивости экономических систем, которая не может эффективно решаться на базе набора моделей, полученных с шагом Δ по времени на основе статического МОБ вида

$$X = AX + Y, \quad (1)$$

Для этого необходима динамическая модель [2]

$$X(t) = AX(t) + B \frac{dX(t)}{dt} + Y(t), \quad X(0) = X_0, \quad (2)$$

представляющая собой систему дифференциальных или алгебро-дифференциальных уравнений (в случае вырожденности матрицы B).

В модели (2) $X(t)$ – вектор валовых выпусков, $Y(t)$ – вектор конечного спроса, A, B – матрицы коэффициентов прямых затрат и приростных фондоемкостей соответственно.

Для полноценного анализа качества переходных процессов в экономических системах, их устойчивости, степени (или темпа) экономического роста, других показателей, характеризующих собственные (т. е. внутренние) динамические свойства необходимо не введение принципа мульти-

пликатора-акселератора в модель (1), как это рекомендуется в [21, 22], но использование модели (2), которая естественным образом подходит для решения многочисленных задач устойчивости. Это значит, что необходимо построение не только матрицы A , что делается, но и матрицы B , которая не разрабатывается в России. Вместе с тем одновременно с таблицами «затраты-выпуск» за 2011 год предполагается разработать показатели затрат труда и капитала по видам экономической деятельности (ВЭД) [9]. Так почему бы не пойти дальше и не построить матрицу приростных фондоемкостей? Но сегодня очевидно, что исследователи должны получать ее самостоятельно. Если в распоряжении исследователя есть качественная и актуальная модель (2), то решение задач устойчивости и экономического роста возможно с использованием всего богатейшего арсенала методов ее анализа, предложенных естественными и техническими науками. Достаточно вспомнить, что феномену устойчивости посвятили свои исследования П.-С. Лаплас, Ж.-Л. Лагранж, Ж. А. Пуанкаре, А. М. Ляпунов, В. И. Арнольд, А. Гурвиц, Э. Д. Раус, А. И. Михайлов, Г. Найквист, У. Р. Эшби, С. П. Тимошенко, М. А. Тайц, Г. С. Бюшгенц, Л. В. Докучаев, Л. Вальрас, А. Маршалл, Дж. Хикс, П. Самуэльсон, К. Эрроу, Ф. Хан, В. В. Леонтьев, К. Ланкастер и другие, причем мы не претендуем на полноту списка звездных фамилий. Модель (2) позволяет объединить чисто экономические подходы к устойчивому развитию, основанные, например, на теории максимального потока совокупного дохода (ее авторы Дж. Хикс и Э. Линдаль), так и классические математические методы исследования задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Такой подход в методологическом отношении следует отнести к числу системных, то есть используемых для исследования общих свойств сложных объектов и отметить, что он сам по себе не создает новых инструментов и средств для решения конкретных экономических задач, но позволяет целенаправленно применять различные методы, дающие возможность интегрированно, с наиболее общих позиций оценить системные свойства экономики.

Макроэкономика – сложная система и необходимым условием самого ее существования является устойчивость, прежде всего статическая. Нарушение устойчивости снижает экономические возможности страны, а в долгосрочном периоде ведет к деградации, разложению, распаду, угрожает ее существованию. С 2011 года экономика России шла к неустойчивому состоянию со своими убытками электронной и обрабатывающей промышленностью, другими секторами и, заметьте, еще безо всяких внешних воздействий на нее в виде санкций и на фоне стабильно высоких цен на пресловутую нефть. Виноват в этом не Запад, а те, кто десятилетиями ничегонеделания, объясняемого необходимостью «не отступать от рыночных принципов управления», сохраняет олигархическую, ресурсно-сырьевую, офшорную и компрадорскую форму капитализма, который всё никак не преодолест период «первичного накопления капитала». Экономике такой структуры бессильны помогать даже баснословные цены на «черное золото». В Интернете вообще и на сайте Росстата конкретно можно обнаружить такие данные: в 2011 году нефть подорожала на 40 % – с 77 до 108 долларов за баррель, а объем продаж товаров длительного пользования в России снижался, инвестиционные процессы сворачивались, промышленное производство тормозило рост. ВВП России, снизившись в 2009 году на 8,5 %, вырос в 2011 году на 4,3 %, а потом рост упал до 3,4 %, а дальше покатился к нулю. В 2014–2015 годах и по настоящее время экономика России находится в зоне неустойчивости вблизи границы этой зоны. Можно сколько угодно рассуждать, имеет ли российская экономика какой-то или не имеет вообще никакого потенциала для финансирования расширенного воспроизводства. Сужается ли и на сколько воспроизводство капитала, имеется ли у предприятий оборотный капитал, что в настоящее время происходит с капиталом для долгосрочных инвестиций в основные фонды, машины, станки, оборудование, в дороги, транспорт, логистику, отчего падают прибыли компаний, почему в бюджете денег нет и кредит дорогой, когда же за граница пустит нас опять на свои финансовые рынки. Можно также по заказу менять свои выводы несколько раз в день, обосновывая этот конформизм «сложившимися экономическими реалиями», что встречается довольно часто, в том числе и со стороны лиц, которые должны бы нести за свои слова хоть какую-то ответственность. Но это не наше дело.

Нам на этих страницах в качестве обобщения только что сказанного важно подчеркнуть, что, чем сложнее система, тем сильнее зависимость ее поведения от внутренних или собственных динамических свойств (СДС) по сравнению с реакцией на внешние возмущения. СДС определяются в основном параметрами и связями внутри системы (в нашем моделировании – матрицами A и B модели (2)). Нелинейные свойства системы могут проявляться неоднозначно при различных внешних воздействиях, но только не в режиме реального времени и даже не на среднесрочных временных горизонтах. Так работают инерционности экономических систем. Это дает основание использовать модель (2) для оценки СДС на основе решения так называемой полной проблемы собственных значений и собственных векторов [16], отражающих структурные и функциональные отношения между представленными в модели отраслями или ВЭД.

Реальные условия функционирования экономики, конечно же, отличаются от того, что предлагает модель (2). Экономика испытывает флуктуации режима, причем многообразные и непостоянные. Ее способность сохранять устойчивость не только в режиме, отображаемом конкретной моделью (2), но и в интервале условий функционирования, определяемом как случайными флуктуациями, так и более глубокими изменениями режима, образует одно из важнейших свойств режимной надежности экономики. Способность к устойчивости обобщенно может быть охарактеризована таким показателем её запаса, как степень экономического роста, которая равна значению самого правого вещественного собственного числа матрицы модели (2), замкнутой по потреблению и приведенной к нормальной форме Коши. Способность сохранять устойчивость может служить одной из мер эффективности экономики. Итак, в указанном смысле нас интересует правый по расположению на комплексной плоскости вещественный корень характеристического уравнения нашей модели.

Надежность функционирования экономики может быть обеспечена только при ее достаточной управляемости (или регулируемости) за счет инвестиционных, фискальных и иных воздействий, определяющих возможность целенаправленного синтеза и поддержания динамических свойств системы. Технически способность быть устойчивой и управляемой – взаимозаменяемые свойства сложной системы.

Для замыкания модели (2) надо выразить вектор конечного спроса $Y(t)$ через другие переменные модели. Положим, что l_j – количество труда, потребленного j -м ВЭД для выпуска единицы продукта в рассматриваемый период времени. Тогда, чтобы произвести весь валовой выпуск, за тот же период надо будет затратить

$$\sum_{j=1}^n l_j x_j(t)$$

единиц труда. Если ввести норму потребления единицей труда продукта i -го ВЭД в виде β_i , то все потребление можно описать как

$$Y_i(t) = \beta_i \sum_{j=1}^n l_j x_j(t), \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

или в матричном виде

$$Y(t) = QX(t), \quad (4)$$

где Q – матрица размерностью $n \times n$, строка которой задается формулой (3).

Тогда модель (2) примет вид

$$X(t) = AX(t) + B \frac{dX(t)}{dt} + QX(t), \quad X(0) = X_0. \quad (5)$$

Если принять гипотезу о том, что все ВЭД фондообразующие, что на самом деле и происходит, то получение формы Коши

$$\frac{dX(t)}{dt} = B^{-1}(E - A - Q)X(t) = GX(t), \quad X(0) = X_0, \quad (6)$$

где E – единичная матрица, G – матрица состояния замкнутой системы, затруднений не вызовет.

Ретроградские представления о том, что матрица B все-таки вырождена, приведшие в свое время к утрате интереса к модели (2), легко преодолеваются, даже не прибегая к процедурам псевдообращения или к иным «обходным путям» следующим образом.

Перепишем модель (6) в виде

$$BpX(t) + FX(t) = 0, \quad (7)$$

где матрица $F = A + Q - E$. Положим, что балансовая модель (7) содержит m фондообразующих и n нефондообразующих отраслей, то есть имеет размерность $(n + m)$. Тогда вектор отраслевых выпусков представляется в виде

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix},$$

где $X_1 \in R^m$, m – число дифференциальных уравнений модели (7); $X_2 \in R^n$, n – число алгебраических уравнений модели. Сама модель представляется как система $m + n$ дифференциальных и алгебраических уравнений, содержащая m интегрируемых (не могут претерпевать скачкообразных изменений) и n неинтегрируемых переменных (могут изменяться скачком):

$$B_1 pX_1 + B_2 pX_2 + F_1 X_1 + F_2 X_2 = 0, \quad (8)$$

$$F_3 X_1 + F_4 X_2 = 0. \quad (9)$$

В уравнениях системы (8), (9)

$$B = \begin{pmatrix} B_1 & B_2 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad F = \begin{pmatrix} F_1 & F_2 \\ F_3 & F_4 \end{pmatrix},$$

где блоки матриц A и F $B_1, B_2, F_1, F_2, F_3, F_4$ имеют размерности $(m, m), (m, n), (m, m), (m, n), (n, m), (n, n)$ соответственно,

$$p = \frac{d}{dt} -$$

оператор дифференцирования по времени.

Между интегрируемыми и неинтегрируемыми переменными существуют алгебраические связи, устанавливаемые уравнением (9). Здесь же заметим, что традиционная практика составления МОБ предполагает выполнение неравенства $n \gg m$, в пределе оставляя фондообразующими только «Строительство» и «Машиностроение». Но для разработки матрицы приростных фондоёмкостей B это как неверно, так и вредно хотя бы потому, что не станет организация, имеющая «Аренду легковых автомобилей», например, в качестве основного ВЭД (группировка 71.10 ОКВЭД) указывать в отчетности дополнительно группировку 45 «Строительство», хотя, опять же к примеру, установкой и монтажом оборудования для отопления и вентиляции, лифтов и эскалаторов, электрооборудования, систем электро-, газо- и водоснабжения, оконных и дверных блоков и т. п. заниматься в своих производственных зданиях будет. Формально ОКВЭД требует отнести сказанное к группировке 45, но на практике сплошь и рядом этого не происходит.

Если считать выполненным неравенство $n \gg m$, то для нашего (то есть для леонтьевского) моделирования следует, что все компоненты валового выпуска, не относящиеся к «Строительству» и «Машиностроению», физически могут меняться скачком, а экономическая динамика определяется только этими двумя группировками ОКВЭД. То есть экономика имеет интегрируемые составляющие движения только в двух группировках? Конечно же нет! Поэтому, для того чтобы правильно отобразить экономическую динамику, матрицу B надо разрабатывать заполненной, как минимум выполняя неравенство $n \ll m$, причем, возможно, с элементами имитационного моделирования.

Дальнейшие преобразования для получения формы Коши очевидны. Считая матрицу F_4 уравнения (9) неособенной, выразим подвектор X_2 через подвектор X_1

$$X_2 = -F_4^{-1} F_3 X_1$$

и исключим X_2 из уравнения (8)

$$(B_1 - B_2 F_4^{-1} F_3) p X_1 = -(F_1 - F_2 F_4^{-1} F_3) X_1.$$

Теперь форма Коши получается окончательно:

$$p X_1 = G_1 X_1, X_1(0) = X_0, \quad (10)$$

$$G_1 = -(B_1 - B_2 F_4^{-1} F_3)^{-1} (F_1 - F_2 F_4^{-1} F_3).$$

И еще одно, в известном читателю Статистическом словаре [1] содержится утверждение о том, что «природные фондоемкости $b_j(t)$ равны отношению количества i -й продукции, вошедшей в прирост фондов (основных и оборотных) j -й отрасли, к приросту годовой продукции этой j -й отрасли Δx_j ». Указание «основных и оборотных» вообще исключает вырожденность матрицы B , делая рассматриваемую нами модель свободной от приписываемых ей недостатков.

Устойчивость, управляемость, регулируемость в нашем понимании – это возможность за счет некоторых локальных сигналов влиять на расположение в комплексной плоскости собственных значений матрицы состояния замкнутой модели. Динамические свойства экономики определяются в нашем представлении матрицей G системы (6) либо матрицей G_1 системы (10) (в случае вырожденности матрицы B). Указанные матрицы порождают характеристическую матрицу $D(p) = pE - G$ или $D(p) = pE - G_1$ соответственно. Определитель $\det D(p) = d_0 + d_1 p + d_2 p^2 + \dots + d_n p^n$ для модели (6) – характеристический полином, корни которого тождественно равны собственным значениям матрицы состояния G дают характеристики СДС сложной экономики. Расчет собственных значений в настоящее время не представляет проблем – в вычислительные математические среды включены эффективные модули решения полной проблемы собственных значений, основанные на элементарных устойчивых ортогональных преобразованиях матриц.

Каждая составляющая движения возбуждается собственным значением матрицы преобразования переменных состояния, поэтому их число равно дифференциальному порядку модели. Тогда решение задачи Коши будет иметь вид

$$X(t) = \sum_i C_i e^{p_i t} + \sum_k (C_{k0} + C_{k1} t^1 + \dots + C_{kr} t^r) e^{p_k t}, \quad (11)$$

где $X(t)$ – вектор переменных состояния; C – столбцовые матрицы постоянных интегрирования, определяемые начальными условиями; p_i – простые (вещественные или комплексные) корни; p_r – r -кратные корни.

Для каждой интегрируемой переменной коэффициенты c_i и c_k , то есть элементы соответствующих матриц, будут различны. Однако поведение всех составляющих вектора $X(t)$ будет определяться вещественными (вида $p = \alpha$) и комплексно-сопряженными (вида $p_{ij} = \alpha \pm i\omega$) корнями характеристического уравнения. Например, если среди корней имеется m действительных простых, n комплексных простых и r действительных кратных, то выражение для решения примет вид

$$X(t) = \sum_m C_m e^{\alpha_m t} + \sum_n C_n e^{\alpha_n t} \sin(\omega_n t + \phi_n) + \sum_k (C_{k0} + C_{k1} t^1 + \dots + C_{kr} t^r) e^{\alpha_k t}. \quad (12)$$

Устойчивость технических систем требует отрицательности действительных корней и отрицательности вещественных частей комплексно-сопряженных пар, что означает принадлежность всего спектра собственных значений матрицы состояния левой полуплоскости комплексной плоскости. Тогда мы будем иметь устойчивую систему и затухающие переходные процессы. В последнем слагаемом формулы (12) модуль экспоненты растет быстрее, чем модуль скобки, поэтому $X(t) \rightarrow 0$ когда все корни имеют отрицательные действительные части. При этом вещественная часть самого правого корня, неважно комплексного или вещественного, называется степенью устойчивости системы. Оценка запаса устойчивости экономических систем имеет следующие особенности.

1. Принадлежность спектра корней левой полуплоскости (физические и технические системы устойчивы по Ляпунову) говорит о неустойчивом поведении экономики, снижении валового производства, об уменьшении масштаба экономики.

2. Самоподдерживающийся экономический рост возможен только в случае расположения одного из действительных корней в правой полуплоскости. Значение этого корня, которому соответствует положительный собственный вектор, определяет степень экономического роста.
3. Растущей экономике соответствует матрица состояния с отличными от нуля элементами, обладающая свойством положительной обратимости, то есть

$$(B^{-1}(E - A - Q))^{-1} = (E - A - Q)^{-1} B = G^{-1} > 0.$$

Это если формулировать такое требование «в сильной форме». Ослабляя его можно указать, что для роста экономики достаточно одного положительного вещественного собственного числа и соответствующего ему положительного собственного вектора для матрицы общего вида.

Пункты 1 и 2 очевидны, а пункт 3 требует пояснений. Для этого рассмотрим экономический рост с темпом ρ такой, что

$$X(t) = \rho X(t-1), \quad \rho > 0.$$

Тогда, например, траекторию сбалансированного роста можно представить как в [11] в форме

$$X(t) = \rho^t X(0).$$

В нашем рассмотрении уравнение такой траектории следует из (6):

$$X(t) = G^{-1} p X(t), \quad p = \frac{d}{dt},$$

причем рост выпуска обеспечит только матрица, удовлетворяющая пункту 3. Тогда в соответствии с известной в линейной алгебре теоремой Перрона – Фробениуса [16] G^{-1} имеет положительное собственное число, равное её спектральному радиусу $r(G^{-1})$, которому соответствует единственный положительный собственный вектор, задающий пропорции инвестиционных усилий в экономике. Тогда матрица состояния G модели (6) (так же как и матрица G_1 модели (10)) есть матрица общего вида, имеющая одно положительное собственное число, только уже минимальное по модулю, которое мы и назвали степенью экономического роста, обозначив $\alpha_{\max}$, за его нахождение в показателе степени экспоненты. Остальные собственные числа должны принадлежать левой полуплоскости.

Проблема мониторинга $\alpha_{\max}$ и управления им в результате реализации той или иной экономической политики выходит на первый план. Фискальные, таможенные, тарифные органы, а также финансово-кредитная подсистема выступают при решении этой задачи в качестве безынерционных регуляторов от экономического блока правительства. Инерционные сигналы управления, то есть сигналы длительного действия, формирует инвестиционная политика. Эффективность всей совокупности экономических решений в нашей постановке надо оцениваться по их влиянию на $\alpha_{\max}$. При этом прочие резоны, выгоды и целесообразности следует отнести к числу второстепенных.

Составляющие движения, характер которых определяют собственные значения матрицы состояния замкнутой модели, можно условно разделить на хорошо и плохо управляемые, причем плохая управляемость не всегда говорит о неудовлетворительном качестве сигнала управления. Она может являться следствием фундаментальных свойств экономики. Примерами таких свойств могут служить цикличность воспроизводственных процессов (например, в сельском хозяйстве в течение года), относительно высокие значения постоянных времени переходных процессов при проведении структурных реформ и т. п. Отсюда вывод: управлять следует только обоснованно выбранными компонентами движения, прежде всего $\alpha_{\max}$.

Вектор варьируемых параметров, привлекаемых для управления устойчивостью, может иметь произвольную длину в рамках используемой модели (6) или (10) и включать любые их коэффициенты. Если формально учесть регулирование матрицей ΔG , то вместо (6) можно записать равенство

$$\frac{dX(t)}{dt} = (G + \Delta G)X(t) = G_r X(t), \quad X(0) = X_0, \quad (13)$$

где матрица с учетом регулирования G_r будет иметь желаемое расположение характеристических корней в комплексной плоскости: $\alpha_{\max}$ принадлежит правой полуплоскости, прочие корни – левой полуплоскости. Достижение этого результата возможно множеством способов. В данном случае, настаивая на универсальности метода, рассмотрим один способ, решающий задачу желаемого расположения корней характеристического уравнения в комплексной плоскости за один шаг. Для этого сделаем два справедливых допущения:

- 1) L – вектор варьируемых параметров размерности S . Нарушающие линейность модели приращения вектора варьируемых параметров ΔL на кратко- или даже среднесрочном лаге модернизации экономики невозможны;
- 2) желаемые приращения вещественных частей корней содержит вектор $\Delta \alpha$ размерности m , связанный с ΔL уравнением прогноза достижения этого результата

$$D \cdot \Delta L = \Delta \alpha, \quad (14)$$

где D – матрица чувствительностей, элементами которой являются коэффициенты чувствительности $\partial \alpha_i / \partial L_j$ вещественных частей корней к варьируемым параметрам L_j , вычисляемые по формуле [13]

$$\frac{\partial \alpha_i}{\partial L_j} = \operatorname{Re} \frac{\partial \lambda_i}{\partial L_j} = \operatorname{Re} \frac{V_i^T \frac{\partial G}{\partial L_j} U_i}{V_i^T U_i}. \quad (15)$$

В формуле (15) U_i, V_i – собственные векторы матриц G и G^T .

В указанной постановке возможны следующие варианты управления экономической динамикой:

- задание обоснованно желаемой степени экономического роста $\alpha_{\max}$ с сохранением остальных составляющих движения неизменными, когда вектор $\Delta \alpha$ имеет только одну ненулевую компоненту – модальное управление;
- задание степени роста и уровня демпфирования других управляемых форм движения;
- реализация квазимодального управления заданной группой управляемых движений.

Выбор вектора варьируемых параметров при этом есть достижение компромисса между экономической обоснованностью его состава, вычислительными возможностями и оценками чувствительности по формуле (15).

При решении уравнений прогноза (14) практически никогда размерности векторов ΔL и $\Delta \alpha$ совпадать не будут ($s > m$, либо $s < m$) и матрица D будет прямоугольной. В части анализа такой задачи наиболее мощным вычислительным средством является сингулярное разложение (SVD), которое на сегодняшний день имеет довольно давнюю историю, т. к. самое давнее известное авторам его описание содержится в [12]. Фундаментальные результаты по этой проблеме опубликованы в [16], а также получены рядом звезд вычислительной математики: Голубом, Каханом, Бизингером, Райншем, Френсисом, Рутисхаузером, Лоусоном, Хэнсоном, Стюартом, Гиллом, Мюрреем, Райт в рамках Национальной программы тестирования математического обеспечения США в 1970-х годах. SVD – это также имя программного модуля, содержащего в пакете EISPACK [16] и включенного в состав математической вычислительной среды MATLAB [23].

Сингулярное разложение основано на элементарных, устойчивых ортогональных преобразованиях и позволяет вычислить решение уравнений прогноза ΔL с минимальной нормой, обеспечивающей вектору невязки

$$r = D \Delta L - \Delta \alpha \quad (16)$$

наименьшую (в некоторых случаях нулевую) длину $(r, r) \rightarrow \min$.

Кроме общепринятых оснований, определение решения с минимальной нормой важно потому, что чем меньше длина ΔL , тем более точной является модель линейного приближения (14). Более того, можно даже пойти на уменьшение нормы ΔL по сравнению с оптимальным значением за счет небольшого возрастания длины вектора невязки (16). Для этого есть следующие основания.

Положим, что матрица D размерности $m \times s$ имеет ранг p . Требуется определить вещественный вектор ΔL , минимизирующий длину невязки (16). Рассмотрим шесть теоретически возможных случаев:

1. $p = m = s$;
2. $p < m = s$;
3. $p = s < m$;
4. $p < s < m$;
5. $p = m < s$;
6. $p < m < s$.

Для решения задачи о наименьших квадратах используем сингулярное разложение матрицы D

$$D = U \Sigma V^T, \quad (17)$$

в котором U и V – ортогональные матрицы размерностей $m \times m$ и $s \times s$ соответственно; Σ – диагональная матрица размерности $m \times s$, $\Sigma = \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_s)$; σ_i – неотрицательные квадратные корни из собственных значений $D^T D$, называемые сингулярными числами D .

Вычисляемые σ_i располагаются в порядке убывания таким образом, что для $1 \leq i \leq p$ значения $\sigma_i > 0$, а для $p < i \leq \min(m, s)$ $\sigma_i = 0$. Тогда для невязки (16) имеем

$$\begin{aligned} r &= D \Delta L - \Delta \alpha = (U \Sigma V^T) \cdot \Delta L - \Delta \alpha, \\ \bar{r} &= \Sigma \bar{\Delta L} - \bar{\Delta \alpha}, \quad \bar{r} = U^T \cdot r, \quad \bar{\Delta \alpha} = U^T \cdot \Delta \alpha, \quad \bar{\Delta L} = V^T \cdot \Delta L \end{aligned} \quad (18)$$

Из линейной алгебры известно [13, 17], что умножение на ортогональные матрицы не изменяет длину вектора и угол между двумя векторами. Поэтому для соответствующих скалярных произведений имеем

$$(\bar{r}, \bar{r}) = (r, r), \quad (\bar{\Delta L}, \bar{\Delta L}) = (\Delta L, \Delta L), \quad (\bar{\Delta \alpha}, \bar{\Delta \alpha}) = (\Delta \alpha, \Delta \alpha).$$

В зависимости от значений p, m, s компоненты вектора $\bar{r}$ группируются следующим образом:

$$\bar{r}_j = \sigma_j \cdot \bar{\Delta L}_j - \bar{\Delta \alpha}_j, \quad 1 \leq j \leq p; \quad (19)$$

$$\bar{r}_j = 0 \cdot \bar{\Delta L}_j - \bar{\Delta \alpha}_j, \quad p < j \leq \min(m, s); \quad (20)$$

$$\bar{r}_j = -\bar{\Delta \alpha}_j, \quad \min(m, s) < j \leq m, \quad (21)$$

в чем можно убедиться непосредственным умножением на матрицу Σ в (18).

Нетрудно убедиться в том, что в случае 1 группы уравнений (20) и (21) отсутствуют и задача имеет единственное решение. Элементы вектора невязки r , а значит, и вектора $\bar{r}$ равны нулю и

$$\bar{\Delta L}_j = \bar{\Delta \alpha}_j / \sigma_j, \quad \Delta L = V \bar{\Delta L}, \quad (22)$$

что отвечает обычному решению системы линейных алгебраических уравнений с квадратной матрицей и ненулевым определителем.

Задача наименьших квадратов однозначно решается и для случая 3, где, помимо уравнений группы (19), появляются составляющие $\bar{r}_j$, относящиеся к группе уравнений (21), что приводит в общем случае к отличной от нуля невязке.

Случаи 2, 4, 6 предполагают наличие отличных от нуля элементов $\bar{r}_j$ в группе уравнений (20), что делает решение задачи неоднозначным. Это определяется тем, что ΔL_j для уравнений группы (20) могут выбираться произвольно. В частности, они могут быть нулевыми для получения решения с минимальной нормой. При этом величины $\bar{r}_j$ не изменяются.

В случаях 5 и 6 неоднозначность возникает дополнительно вследствие того, что величины ΔL_j при $m < j \leq s$ вообще не влияют на длину вектора невязки и тоже могут выбираться нулевыми.

Убывающие значения сингулярных чисел дают растущие значения компонент ΔL_j по формуле (22). В конце концов величины σ_j могут стать соизмеримыми со статистической ошибкой данных. Тогда вследствие деления на эти малые величины, составляющие решения $\bar{\Delta L}_j$ и ΔL_j могут быть сильно зашумлены.

Регуляризация задачи для получения устойчивого решения заключается в исключении составляющие решения, отвечающие малым σ_j . В [18] сказано: «Ключ к правильному использованию сингулярного разложения – это введение границы τ , отражающей точность исходных данных и используемой плавающей арифметики». Эту же идею можно почерпнуть в [5, 19]. Это значит, что значения τ сравниваются с величинами σ_i для определения их пригодности в формировании решения. Определяемые с большой ошибкой компоненты вектора ΔL_j следует обнулить, т. е. провести декомпозицию задачи вида

$$\text{если } \sigma_j \geq \tau, \Rightarrow \overline{\Delta L_j} = \overline{\Delta \alpha_j} / \sigma_j; \quad (23)$$

$$\text{если } \sigma_j < \tau, \Rightarrow \overline{\Delta L_j} = 0, \quad j=1, 2, \dots, s, \quad (24)$$

устранив возникающую неоднозначность. Смысл такой декомпозиции задачи в том, чтобы поиск решения в соответствии с (22) был выполнен в подпространстве только значимых сингулярных чисел, для которых выполняется неравенство $\sigma_i \geq \tau$.

Если число обусловленности матрицы D классически определяется отношением

$$\text{cond}(D) = \sigma_{\max} / \sigma_{\min},$$

то в данной ситуации вводится понятие эффективного числа обусловленности, которое уменьшается, становясь равным

$$\text{cond}(D) = \sigma_{\max} / \tau.$$

Можно говорить и об эффективном ранге матрицы D , равном количеству σ_i , превышающих границу τ .

Очевидно, что в практике экономических исследований значение τ можно задать только экспертным путем. Поэтому программные реализации вычислительных процедур должны выбирать решение системы исходя из компромисса между ненадежностью определения вектора ΔL и возрастающими невязками r . Заметим, что меньшая норма ΔL несомненно предпочтительнее, так как позволяет оставаться в рамках модели линейного приближения. Исходная же задача о наименьших квадратах нелинейна, как это имеет место в рассматриваемой проблеме.

После вычисления сингулярных чисел матрицы D и обнуления части их значений в соответствии с критерием (24) решение системы (14) для j -го параметра принимает вид

$$\Delta L_j = \sum_{i=1}^s \frac{\sum_{l=1}^m u_{i,l} \cdot \Delta \alpha_l}{\sigma_i} \cdot v_{j,l}. \quad (25)$$

Очевидна нелинейность связи приращений степени экономического роста и декрементов затухания других составляющих движения с варьируемыми параметрами. Поэтому получаемые ΔL_j при требуемых $\Delta \alpha_i$ являются прогнозом на основе линейной динамической модели межотраслевого баланса. Вообще говоря, мера доверия к прогнозу растёт при уменьшении нормы ΔL_j .

Переходя к заключительной части статьи, демонстрирующей некоторые расчеты, отметим, что методика расчета коэффициентов матрицы B модели (2) и ее преобразований основана на статистических данных, учитывающих разницу между введенными и выбывшими основными фондами за год, а также движение основных средств внутри основных видов экономической деятельности. Основным упрощающим предположением является то, что значительная доля инвестиций ΔI превращается в основные производственные фонды предприятий, которые обеспечивают прирост валового выпуска ΔX в том же году. Тогда в качестве первого приближения можно получить диагональную матрицу B делением элементов вектора инвестиций на соответствующие приращения валовых выпусков

$$B_j = b_{jj} = \Delta I_j / \Delta X_j, \quad j = \overline{1, n}. \quad (26)$$

Внедиагональные элементы в матрице B появляются в результате выполнения итерационных процедур балансировки модели. Это все, чем мы располагаем. А у Леонтьева в [22], с учетом того, что для нас ВЭД и отрасли взаимозаменяемые понятия, известны следующие показатели: ΔI_{ij} – расходы

отрасли с номером j на основные производственные фонды (ОПФ), произведенные отраслью с номером i ; $\overline{X_j}$ – производственная мощность отрасли j как стоимость ее продукции в текущих ценах; d_{ij} – годовая норма амортизации ОПФ, использующихся в отрасли i и произведенных в отрасли j ; R_j – годовая норма изменения производственной мощности отрасли j ; S_{ij} – стоимость ОПФ в текущих ценах, произведенных в отрасли i и эксплуатируемых отраслью j . Тогда приростная фондоемкость вводится отношением

$$b_{ij} = S_{ij} / \overline{X_j}. \quad (27)$$

Суммирование по индексу i дает общий капитальный коэффициент отрасли j , то есть

$$B_j = \sum_i (S_{ij} / \overline{X_j}). \quad (28)$$

В целом расходы

$$\Delta I_{ij} = S_{ij} d_{ij} + S_{ij} R_j = S_{ij} (d_{ij} + R_j),$$

а для приростной фондоемкости, с учетом (27), получим

$$b_{ij} = \frac{\Delta I_{ij}}{\overline{X_j} (d_{ij} + R_j)}. \quad (29)$$

Несложный анализ формул (27)–(29), во-первых, дает возможность выяснить, что мы, располагая ограниченным статистическим материалом, формируем матрицу B в своих моделях как диагональную, размещая на диагонали результат (29) – общий капитальный коэффициент отрасли на нулевой итерации. Остальные изменения элементов B происходят в результате балансировок, которые представляют собой сложную оптимизационную задачу.

Во-вторых, из формулы (29) следует, что величины b_{ij} могут быть и отрицательными, что определяется поведением слагаемого R_j в знаменателе. Конечно, отрицательные значения b_{ij} не имеют экономического смысла, однако мы в России за последние примерно 50 лет сделали многое из того, что «не имеет экономического смысла». Что же касается непосредственно выражения (29), то отрицательные значения скобки $(d_{ij} + R_j)$ получаются при сокращениях производственных мощностей отраслей, превышающих норму амортизации их ОПФ. А для того чтобы иметь положительные b_{ij} , необходимо иметь устойчиво расширяющуюся экономику, для которой выполняется неравенство $(d_{ij} + R_j) > 0$.

В-третьих, из содержания и экономического смысла показателя ΔI_{ij} следует, что расходы на ОПФ несут все отрасли, а значит, вероятность вырожденности матрицы приростных фондоемкостей B (нулевые строки) ничтожно мала.

Вычислительный пример построен нами по данным кратких ТЗВ, хранящихся на официальном сайте Росстата, и охватывает 16 разделов ОКВЭД от А до Р. В таблице 1 представлена динамика выпуска трех разделов ВЭД с наибольшими объемными показателями. Заметим, что в рамках приемов инерционного прогнозирования, то есть без возможности активного воздействия на процесс, экономическую динамику можно представлять на основе аппарата производственных функций [13].

Таблица 1

Выпуск наиболее значимых видов экономической деятельности (в текущих ценах, млн руб.).

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Раздел D. Обрабатывающие производства.	16531565,9	20190378,6	16869216,9	21067729,9	25851300,1	28011459,9	30272135,6
Раздел G. Оптовая и розничная торговля.	9140468,7	11196780,8	9822719,8	12983306,5	14693732,4	16163362,2	16903822,0
Раздел I. Транспорт и связь.	5098160,3	6425452,4	6410431,8	7286092,4	8690007,9	9768937,0	10680901,5

Обратим внимание на то, что растущий характер выпуска вовсе не означает экономического роста – в таблице показаны компоненты номинального ВВП. Реальный ВВП, т. е. номинальный, деленный на общий уровень цен соответствующего года по ВЭД, будет иметь тенденцию к снижению после 2013 года.

Наше моделирование позволяет с удовлетворительной точностью воспроизводить показанные зависимости и осуществлять прогнозирование производства валового выпуска в режиме сбалансированного роста. Модельные данные прогноза представлены в таблице 2.

Таблица 2

Прогнозирование валового выпуска (млн. руб.).

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Раздел D. Обрабатывающие производства.	30430613.3	33776298.9	37511191.8	41680551.7	46334901.1	51530637	57330713.9
Раздел G. Оптовая и розничная торговля.	17201164.8	19145374.1	21316733.8	23741644	26449575	29473423.8	32849912.8
Раздел I. Транспорт и связь.	12122856.3	13807988.8	15687658	17784494.3	20123759.4	22733652.3	25645650.8

Описанное нами управление валовыми выпусками позволяет целенаправленно смещать так называемые «экономические реалии» в сторону траекторий сбалансированного роста валового производства, объективно оценивать и формировать инвестиционную политику в стране и регионах.

Смысл и дух статьи прямо говорит о том, что в экономике современной России еще долго будет нецелесообразно деление способов управления на «социалистические» и «капиталистические», «экономические» и «административные», «рыночные» и «плановые», «централизованные» и «децентрализованные». Такое деление, как показали последние 25 лет, для России даже не вторично. Для нас важно правильно запустить и использовать алгоритмы экономической оптимизации, которые ясно показывают: процессы достижения рыночного равновесия и народнохозяйственного планирования являются по большому счету эквивалентными. Их цель – максимизация уровня благосостояния народа в качестве решающего и конечного критерия эффективности экономики. Такая мысль не является абстрактной теоретической конструкцией. Использование технико-технологических возможностей современной цивилизации для роста благосостояния общества есть абсолютная ценность, общезначимый и категорический императив, который доминирует в экономическом поведении развитых стран мира. Еще раз подчеркнем, что рыночная экономика важна не сама по себе, а только как фактор роста благосостояния граждан страны.

Литература

1. Адамов В., Зудина Т., Палий В. Статистический словарь. М.: Финансы и статистика, 1989. 624 с.
2. Воеводин В. В., Кузнецов Ю. А. Матрицы и вычисления. М.: Наука, 1984. 318 с.
3. Вопросы оптимального планирования и управления социалистической экономикой (Серия коллективных монографий: в 10 т.). М.: Наука, 1982. 85 с.
4. Воркуев Б. Л., Грачева М. В., Лукаш Е. Н. Математические методы анализа экономики. Модель межотраслевого баланса. М.: МГУ, 1990. 250 с.
5. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. М.: Мир, 1999. 548 с.
6. Коссов В. В. Межотраслевой баланс. М.: Экономика, 1966. 226 с.
7. Леонтьев В. Межотраслевая экономика. М.: Экономика, 1997. 477 с.
8. Леонтьев В. В. Экономические эссе. М.: Изд-во политической литературы, 1990. 415 с.

9. Масакова И. Д. Нашей экономике нужно посмотреть на себя в зеркало // ЭКО – Всероссийский экономический журнал, 2011. № 5. С. 16–26.
10. Немчинов В. С. Теоретические вопросы межотраслевого и межрегионального баланса производства и распределения продукции // Труды Научного совещания о применении математических методов в экономических исследованиях в планировании 4-8 апреля 1960 г.: сборник. М.: Изд-во АН СССР. 1962. Т. 3.
11. Никайдо Х. Выпуклые структуры и математическая экономика. М.: Мир, 1972. 519 с.
12. Ошибки округления в алгебраических процессах: сб. докладов / под ред. В. В. Воеводина. М.: ВЦ МГУ, 1968. 38–59 с.
13. Светульников С. Г., Абдуллаев И. С. Экономическая динамика и производственные функции // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 5. С. 110–115.
14. Стеенге А. Метод «затраты-выпуск» в Нидерландах // ЭКО – Всероссийский экономический журнал. 2011. № 5. С. 34–43.
15. Суслов В. И. Без баланса в стране – без царя в голове // ЭКО – Всероссийский экономический журнал. 2011. № 5. С. 5–15.
16. Уилкинсон Дж. Алгебраическая проблема собственных значений. М.: Наука, 1970. 564 с.
17. Федоренко Н. П. Россия на рубеже веков. М.: Экономика, 2003. 727 с.
18. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. М.: Мир, 1980. 179 с.
19. Хорн Р., Джонсон Ч. Матричный анализ. М.: Мир, 1989. 655 с.
20. Garbow B. S. Matrix eigensystem routines – EISPACK guide extension / B. S. Garbow J. M. ., Boyle, J. J. Dongarra, C. B. Moler. Berlin – Heidelberg – New York – Springer: 1977. VIII. 343 p. (Lecture Notes Computer Sci. 51).
21. Hawkins D. «Some Conditions of Macroeconomic Stability». *Econometrica*. XVI (October 1948). P. 309–322.
22. Leontief W. and collaborators. *Studies in the Structure of the American Economy*. New York, 1953.
23. MATLAB Reference Guide, The Math Works, Inc. 1994. P. 548.