К 75-летию со дня рождения академика Л. В. Канторовича

О ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ЭКОНОМИКИ И РАЗВИТИИ ИДЕЙ Л. В. КАНТОРОВИЧА

Макаров В. Л.

(Москва)

Проблематика динамических моделей экономики чрезвычайно обширна. Настоящая статья не претендует на сбалансированное изложение современного ее состояния. Цель статьи другая: проследить развитие идей, высказанных первоначально Л. В. Канторовичем в этой области. Известно, что Л. В. Канторович придавал большое значение динамическим моделям экономики. Он считал, что с их помощью можно понять и объяснить некоторые существенные явления, происходящие в современной экономической жизни, а главное, сконструировать новую экономику, экономику, имманентную социалистическому обществу.

Мне посчастливилось работать по этой теме совместно с Леонидом Витальевичем более двух десятков лет. И на протяжении всего этого времени меня не покидало ощущение, что Леонид Витальевич держит в голове гораздо более совершенную динамическую модель экономики, чем та совокупность моделей, которая изложена в его работах. Эта его модель не была, конечно, так формализована, как опубликованные. Она, вероятно, постоянно эволюционировала в его сознании с учетом новых знаний и новых проблем, возникающих в экономической практике. Мне часто казалось, что решение той или иной практической проблемы Леонид Витальевич мысленно проверяет на своей модели. Может быть поэтому он был всегда так последователен и непротиворечив.

Наследие Л. В. Канторовича надо изучать не только и не столько потому, что оно лежит в основании экономико-математического образования специалиста. Его надо изучать потому, что оно остается в высшей степени современным, созвучным и этапу ускорения социально-экономического развития страны. В частности, динамические модели экономики могут и должны служить эффективным инструментом выявления, анализа и использования факторов, способствующих этому ускорению.

1. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, БАЗИРУЮЩИЕСЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СПОСОБАХ

Оптимизационная динамическая модель производственного планирования Л. В. Канторовича была в наиболее четком виде сформулирована в [1] (хотя книга [1] опубликована в 1959 г., написана она была уже к 1942 г.).

Основные предпосылки модели состоят в следующем:

1. Производственные возможности экономики описываются конечным числом производственных (технологических) способов. Предполагается, что коэффициенты производственных способов имеют технологическую природу, т. е. определяются технологией, а не, скажем, фактическими затратами или статистикой тех или иных агрегированных показателей. Исходный замысел состоял в том, что заданы «чистые» технологии, а сложившаяся организация производства, его планирование и управление не влияют на величины технологических коэффициентов. Поэтому модель

могла оценивать возможности производства, ограниченные только наличными технологиями, определять потенциальный или технологически максимально возможный выпуск продукции.

2. Производственные способы задаются во времени, в развитии, т. е. указываются коэффициенты затрат и выпуска на весь плановый период с разбивкой по единичным временным интервалам. Если технология стационарна, то соответствующие коэффициенты во времени не меняются. Однако уже с самого начала Л. В. Канторович допускал, что могут быть совершенствующиеся, развивающиеся технологии. А это есть не что иное, как заранее заданный (экзогенный) технический прогресс. Допускалось, что некоторые способы имеются в наличии не с начала, а с какого-то промежуточного момента времени.

3. Невоспроизводимые ресурсы, а также частично и конечное потребление заданы для всех интервалов рассматриваемого периода.

4. В модели определяются понятия технологически допустимого или технологически возможного производственного плана и оптимального плана. Критерий оптимальности формулируется как максимальный объем конечного потребления в заданной структуре по видам продукции и периодам.

Л. В. Канторович, по-видимому, всегда осознавал, что его динамическая модель может служить мощным инструментом анализа экономических явлений, поэтому он сам довольно много занимался ее совершенствованием, а также побуждал к этому своих учеников и коллег. Упомянем в связи с этим работы [2, 3], где дана развернутая формулировка модели, указаны ее различные варианты, модификации, направления дальнейшего развития. Леонид Витальевич считал, что его модель в агрегированном виде может быть использована на народнохозяйственном уровне для планирования основных макропропорций, крупных структурных сдвигов, соотношения между потреблением и накоплением, для определения уровней цен и вообще ценовых соотношений. Естественно, что при этом коэффициенты в производственных способах уже не являются технологическими, а подобны коэффициентам матрицы межотраслевого баланса. Собственно на базе информации межотраслевого баланса и строились дальше народнохозяйственные модели, чему посвящено огромное количество работ.

Но вообще свою модель Л. В. Канторович рассматривал, в первую очередь, как теоретическую, как инструмент анализа, своеобразную схему, упорядочивающую довольно широкий круг экономических явлений. Он никогда не предлагал ее для непосредственного практического использования. Еще в 1959 г. он писал: «...попытка непосредственного представления задачи народнохозяйственного планирования в виде какой-либо из этих схем, по-видимому, неосуществима — в такую схему должны бы были войти миллионы видов продукции, миллиарды данных. Реальный путь, очевидно, состоит здесь в построении целой системы моделей. Народнохозяйственная модель должна быть построена по самым укрупненным и обобщенным показателям со сравнительно небольшим числом видов продукции и факторов. Наряду с ней должны быть построены модели отраслевые, местные по группам предприятий, использован анализ действующего плана и изучены возможности его вариации. Процесс составления плана должен, вероятно, состоять из ряда этапов последовательного уточнения и согласования исходных данных, планов, балансов и показателей с последующей корректировкой их в процессе выполнения плана» [4, с. 353]. Это написано почти 30 лет назад!

2. СИСТЕМА МОДЕЛЕЙ

Идея системы моделей естественна. Другое дело — ее реализация. Ряд организаций, групп исследователей и отдельных лиц потратили немало усилий на разработку и экспериментальное опробование системы моделей планирования (см., например, [5—11]). Сейчас необходимо обобщить всю эту работу. Надо оценить сделанные усилия, провести классификацию систем, дать, наконец, четкое определение, что такое система моделей, и т. д. По-видимому, наступает новый этап исследований в этой области,

связанный как с внутренней логикой развития данного направления, так и с общей ситуацией, требующей концепции социалистического планирования, адекватной интенсивному пути экономического развития, новым экономическим формам хозяйствования, выходу на первый план показателей эффективности и качества взамен чисто количественных, объемных.

Строго говоря, систему моделей планирования невозможно разработать, не решив одновременно вопрос о концепции планирования. Хотим мы этого или нет, но она заложена в системе моделей. Может быть одна из главных причин малого влияния на плановую практику предложенных систем моделей состоит как раз в том, что в них вопрос концепции планирования был затушеван.

Выше я отмечал, что у Л. В. Канторовича, по-видимому, было гораздо более глубокое понимание динамической модели экономики, чем то, что изложено в публикациях. Это понимание, несомненно, включало в себя определенную концепцию социалистического планирования. Леонид Витальевич в основу своего представления о природе социалистического общества положил принцип управляемости и конструируемости социалистической экономики. Коль скоро социалистическое общество — первое, сознательно построенное человеком, а не возникшее стихийно, то то же самое относится и к социалистической экономике, ее организационным структурам, планированию и управлению. Леонид Витальевич мечтал о таком положении при совершенствовании планирования, какое у нас сложилось при решении атомной или космической проблемы. Должен быть, по его мнению, главный конструктор системы планирования с соответствующими правами и ответственностью. Отсюда можно уже делать выводы об основных чертах его концепции социалистического планирования. Вероятно, он исходил из того, что в конечном счете система планирования должна приводить к разработке оптимального плана для всех уровней: народнохозяйственного, отраслевого, регионального и предприятий, а также к построению системы цен, соответствующей этому плану. Хозрасчет должен основываться на ценах оптимального плана, где главным показателем оценки эффективности деятельности организаций является превышение результатов над затратами, исчисленными в указанных ценах. Тогда все организации будут экономически заинтересованы в реализации именно оптимального плана. Конечно, это упрощенная схема. Ее нужно модернизировать применительно к условиям, в которых реально составляемый план может быть довольно далеким от оптимального. То же относится и к ценам.

Вопрос состоит в том, какова должна быть система планирования, чтобы она приводила к построению оптимального плана и соответствующих ему цен. Леонид Витальевич не оставил работ, в которых бы эта проблема была четко поставлена и были намечены пути ее решения. По-видимому, он не имел здесь твердого убеждения, которое заслуживало бы печатной публикации. Однако он живо интересовался исследованиями на эту тему, особенно конкретными механизмами, которые стимулируют организации к принятию решений, двигающих их в сторону оптимального плана, например, декомпозиционными схемами решения больших оптимизационных задач типа алгоритма Данцига-Вульфа как возможной основой для построения таких механизмов, или же известной моделью экономического равновесия Эрроу-Дебре.

Как известно, в действующем до настоящего времени хозяйственном механизме применялся принцип планового бесплатного наделения ресурсами предприятий и организаций. В рамках этого принципа наиболее действенным стимулом является установка на выполнение (и перевыполнение) плана. Однако разработка подлинно оптимального плана требует объективной, достоверной информации о производственных возможностях, а у предприятий в силу указанного принципа и ряда других причин не было стимула предоставлять плановым органам такую информацию. Таким образом, система оптимального планирования Л. В. Канторовича оказывалась неполной, что, вероятно, Леонид Витальевич сам хорошо чувствовал и потому избегал официальных выступлений на эту тему.

Выработанный на XXVII съезде партии курс на ускорение социально-экономического развития страны и коренную перестройку хозяйственного механизма включает в себя, в частности, отказ от принципа бесплатного наделения предприятий ресурсами и замену его принципом самофинансирования и платности ресурсов. Последний может быть органично встроен в систему оптимального планирования. Во-первых, он не противодействует предоставлению достоверной информации о производственных возможностях. А во-вторых, что принципиально важно, позволяет естественным образом децентрализовать процесс построения оптимального плана. Действительно, можно представить себе следующую схему организации планирования.

1. Госплан СССР осуществляет три важнейшие функции.

Первая: планирует основные народнохозяйственные пропорции, включая финансовые и ценовые; планирует развитие новых производств, новых отраслей, существенные структурные сдвиги.

Вторая: обеспечивает благоприятную экономическую атмосферу для функционирования хозяйственных и других организаций путем разработки соответствующих правил хозяйствования, подготовки и доведения до организаций системы экономических нормативов, что в совокупности должно побуждать их составлять и выполнять оптимальные с народнохозяйственной точки зрения планы.

Третья: обеспечивает методическое единство всей плановой работы в стране, следит за правильностью функционирования системы планирования на всех уровнях, соблюдением стандартов, технологии планирования и т. д.

2. Отраслевые министерства планируют совместно с Госпланом развитие новых производств, внедрение принципиально новых технологий. Они отвечают за технико-экономический уровень своей отрасли, изучают, выявляют, прогнозируют, формируют спрос на продукцию своей отрасли, готовят информацию для Госплана о степени удовлетворения спроса на свою продукцию.

3. Предприятия, производственные объединения и другие хозяйственные организации разрабатывают свои планы, исходя из утвержденной технологии планирования, спроса на свою продукцию, отражаемого, в частности, в заключенных договорах, а также из необходимости обеспечения достаточной эффективности производства.

При таком или подобном представлении о процессе планирования система моделей будет, по-видимому, существенно отличаться от упомянутых выше. Главное отличие состоит в необходимости обеспечения второй функции Госплана. Должны быть разработаны модели, которые вычисляют не объемы производства продуктов или применения технологий, а экономические нормативы. Это, в первую очередь, нормативы распределения прибыли, нормативы отдачи ресурсов (производственных фондов, капитальных вложений и других ресурсов), нормативы образования фонда заработной платы, фондов экономического стимулирования и т. д. При этом нормативы могут быть прогрессивными, ступенчатыми и т. д. Естественно, что для таких моделей, которые должны стать инструментом работников Госплана, нужна информация от предприятий. Хорошие модели получатся тогда, когда у предприятий не будет причин давать недостоверную информацию для их «начинки».

3. МАГИСТРАЛИ И НОРМАТИВЫ

Проблема определения экономических нормативов удивительным образом сочетается с понятием магистрали. Более того, в этом сюжете есть драматический момент, связанный с дискуссией по поводу единых или дифференцированных нормативов эффективности капитальных вложений.

В динамических оптимизационных моделях экономики понятие магистрали возникает естественно. Это оптимальная траектория, у которой все пропорции остаются неизменными во времени.

С помощью магистрали наиболее удовлетворительно решается проблема отражения запланового периода в динамических моделях, когда надо сформулировать условия (ограничения), которым должен удовлетворять оптимальный план в последний год планового периода, чтобы учесть потребности послепланового. Магистральные пропорции являются наилучшими среди всех других в том смысле, что именно на них достигается максимальный темп роста. Поскольку производственные возможности с течением времени меняются, изменяется и магистраль. Однако в каждый момент времени можно говорить о магистральной структуре и, например, о том, насколько фактическая или какая-либо другая структура далека от магистральной. Мы с Леонидом Витальевичем вычислили магистраль по данным агрегированного межотраслевого баланса СССР за 1965 г. и сравнили ее с фактической структурой для этого года (см. [12]). Магистраль еще замечательна тем, что другие оптимальные траектории с течением времени тяготеют к ней; на магистрали цены оптимального плана совпадают с ценами производства в том смысле, что для всех отраслей норма прибыли оказывается одинаковой. Одинаков и норматив эффективности капитальных вложений для всех отраслей и производств. Если же структура экономики не магистральная, то возникает известная неоднозначность в определении коэффициента эффективности вложений. По Канторовичу (см., например, [3]), этот коэффициент определяется совокупностью темпов падения (изменения) во времени цен оптимального плана. Выведение совокупного темпа из темпов падения цен для конкретных продуктов может осуществляться по-разному, например, с помощью фиксации некоторого «стандартного» набора продуктов. Указанная неоднозначность делает позицию единого коэффициента уязвимой для критики. Говорят, что коль скоро дифференциация между темпами падения цен оптимального плана — объективный факт, то его и надо зафиксировать в концепции расчетов по оценке эффективности.

Почему же Леонид Витальевич всегда отстаивал единый норматив эффективности капитальных вложений? Отнюдь не потому, что в простых моделях или в простых рассуждениях, где рубль капитальных вложений везде одинаков, независимо от направления его использования, где не учитывается натуральное наполнение рубля, получается единый норматив, так сказать, в чистом виде. Логика его рассуждений, высказывавшихся неоднократно в устных беседах, примерно такова. Первый аргумент: норматив эффективности — это именно норматив, отделяющий эффективные вложения от неэффективных. А поскольку оптимальная структура тяготеет к магистральной, то использование единого норматива будет действовать в правильном направлении, хотя, может быть, излишне убыстрять процесс стремления к магистральной структуре. Кстати, упоминавшиеся расчеты для 1965 г. показали, что существенно отличалась фактическая структура от магистральной только по транспорту и сельскому хозяйству. Второй аргумент Леонид Витальевич считал наиболее весомым, к тому же он понятней, чем первый. Его можно изложить так. Реальные цены далеки от оптимальных и расчет на их базе отраслевых коэффициентов эффективности дает большую ошибку. Допущение дифференцированных коэффициентов открывает широкий простор субъективизму, которого и так хватает при принятии решений о реализации проектов. Численное значение единого норматива может быть оценено гораздо более достоверно. Таким образом, при расчетах с единым нормативом используется достаточно объективная величина, а специфические особенности отраслей можно гораздо проще учесть с помощью, например, поправок к действующим ценам.

Интересно отметить, что в чем-то похожая ситуация сейчас начинает складываться при разработке экономических нормативов для перевода предприятий на условия полного хозрасчета. Возникает аналогичный вопрос: должны ли нормативы быть едиными для всей отрасли, или хотя бы для подотрасли либо группы однородных предприятий, или они должны быть индивидуальными для каждого предприятия.

Аргументы в пользу дифференцированных нормативов — следующие:

исторически сложившиеся условия на предприятиях, их фонды, кадры весьма различны. Отсюда большой разброс в фактической рентабельности. Напрямую ввести единые нормативы, скажем, распределения прибыли, обеспечивающие самоокупаемость, просто невозможно;

если бы мы сумели вычислить истинный оптимальный план в натуре, то он бы показал, что в условиях действующих цен эффективность отдачи производственных фондов, доли прибыли, идущие на саморазвитие и другие цели для разных предприятий, различны.

Аргументы в пользу единых нормативов:

одна из главных функций норматива — обеспечение сопоставимости, сравнения, оценки деятельности предприятий — достигается только тогда, когда норматив един;

как и в случае с нормативом эффективности капитальных вложений более объективно и достоверно могут быть исчислены единые нормативы. Дифференцированные нормативы по существу фиксируют существующее положение с распределением финансовых потоков, но не указывают направление, в котором следует двигаться. Единый же норматив как раз и может служить таким ориентиром. Единые экономические нормативы являются своеобразными индикаторами состояния экономической среды, в которой предприятия функционируют.

В [13] Л. В. Канторович проводит содержательное и численное сравнение двух способов назначения задания: с помощью прямого указания суммы отчисления и с применением коэффициента. Хотя при этом величина, перечисленная в бюджет, может быть одинаковой, но с экономической и даже психологической стороны здесь большая разница. В связи с этим он вспоминает принципиальное различие между продразверсткой и продналогом.

Так вот, в случае единых нормативов экономические и психологические факторы, действовавшие в сторону продналога, оказывали гораздо большее влияние, чем при дифференцированных. Надо учитывать еще один фактор психологического и управленческого свойства. По своей природе экономические нормативы должны быть стабильными. Обеспечить стабильность единых нормативов значительно проще, ибо, когда существует множество дифференцированных, индивидуальных нормативов, искушение у управляющих органов их менять реализуется легче.

Наиболее действенным материальное стимулирование получается при реализации, широко обсуждаемого в настоящее время остаточного принципа формирования заработной платы — разность между реализованной продукцией и всеми другими затратами производства, включая плату за фонды, капитальные вложения и природные ресурсы, а также все виды рент. Заработная плата здесь выступает в виде фактора, балансирующего затраты и результаты, что полностью отвечает концепции Л. В. Канторовича о совпадении полных затрат и результатов в оптимальном плане.

Чрезвычайно важным моментом при этом является правильное определение платы за фонды, капитальные вложения, природные ресурсы, рентных оценок. Согласно концепции В. Ф. Пугачева [14], все эти виды затрат целесообразно объединять в одну величину, называемую им платой за производственные возможности. Эту плату находить гораздо проще, чем заниматься оценкой каждого фактора в отдельности и затем их суммировать. В стартовый момент ее можно было бы устанавливать «от достигнутого», а затем корректировать в соответствии с изменениями цен, фактическими доходами коллективов предприятий и капитальными вложениями в производство. Весьма важно определять плату за производственные возможности именно вне плана, по твердо устанавливаемым правилам. Только в этом случае предприятия будут заинтересованы в выдаче качественной информации к плану.

Согласно точке зрения Д. С. Львова, остаточный принцип формирования заработной платы должен предусматривать ее деление на основную заработную плату и фонд материального поощрения. Последний должен

формироваться за счет избыточной прибыли, определяемой НТП, т. е. за счет народнохозяйственного эффекта НТП [15].

В оптимальном плане избыточная прибыль — превышение результатов над полными затратами — образовывалась бы в связи с инерционностью цен и экономических нормативов. На предприятиях, где технический прогресс по какой-то причине приостанавливается, она с течением времени стремилась бы к нулю. Наоборот, на предприятиях, постоянно совершенствующих производство, эффект НТП существовал бы длительно и устойчиво, что приводило бы к образованию солидных фондов материального поощрения. Таким образом, концепция эффекта НТП служит фундаментальным обоснованием остаточного принципа формирования заработной платы.

Необходимо отметить, что стартовые условия одинаковы для всех предприятий только на магистрали. Значит, при оптимальном развитии есть тенденция к выравниванию стартовых условий. Если хозяйственный механизм будет сконструирован так, что эта тенденция сохранится, стало быть он соответствует оптимальному развитию.

Можно говорить лишь о тенденции стремления к магистрали; она на самом деле никогда не может быть достигнута из-за постоянно появляющихся новшеств, т. е. из-за НТП. Явление НТП и его учет в динамических моделях экономики был предметом постоянных раздумий Леонида Витальевича, особенно в последние годы.

4. НТП В ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ЭКОНОМИКИ

Понимание Л. В. Канторовичем этой проблемы изложено им в основных чертах в [16]. Леонид Витальевич считал, что его динамическая модель оптимального планирования является достаточно эффективным инструментом и для анализа НТП. В модели он выражается в появлении и использовании новых производственных способов. Рассматривая оптимальный план без нового способа и с использованием последнего, можно оценить вклад этого способа в целевую функцию плана. Ясно, что величина такого вклада существенно зависит от: конкретного вида целевой функции и длительности рассматриваемого периода. Чем более революционен новый производственный способ, тем к более глубоким структурным перестройкам он приводит, и, стало быть, тем больше, вообще говоря, нужно времени для полной реализации эффекта от его применения. Поэтому, по мнению Леонида Витальевича, в экономической оценке революционных новых способов производства, как правило, присутствует систематическая ошибка — занижение реального эффекта. Чтобы ее избежать, нужно ввести в хозяйственный механизм усовершенствования типа платы за революционность новшества, которую должно нести само государство, а не конкретный потребитель данного новшества.

В свете этого замысла я рассматривал специальную оптимизационную модель с нововведениями, а также аналогичную ей — равновесную (см. [17, 18]), в которой естественным образом возникала цена новшества как такового. Действительно, вдумаемся, что происходит при появлении новшества в экономической сфере. Это новшество, если оно внедряется, находит своего потребителя, который его оплачивает в конечном счете из того эффекта, который он получает от использования новшества. Однако некоторые новшества, принципиальные, революционные, кроме конкретных потребителей, имеют еще неопределенного, потенциального потребителя. Крупное новшество сразу не раскрывает всех своих возможностей, не ясны сферы его применения. Может быть его появление открывает дорогу целой цепочке других новшеств. Все эти влияния и последствия внедрения революционного новшества не получают непосредственной экономической оценки у конкретных потребителей. Возьмем, например, такое новшество, как промышленный лазер. Экономическая оценка его связана с применением лазерной технологии во многих сферах народного хозяйства. Однако есть еще другая составляющая, связанная с созданием мощностей лазерной промышленности, соответствующего оборудования как такового, общего

повышения технического уровня машиностроения, подготовки кадров специалистов и др. Эта вторая составляющая также должна получать экономическую оценку. Она в модели с нововведениями названа ценой новшества (как такового). В модели, да и в жизни, невозможно проследить все последствия от созданного новшества. В упомянутой модели оно имеет конкретных потребителей в производстве, которые формируют соответствующий спрос на него, а также некоторого особого потребителя, который воплощен в виде государственного органа, ответственного за организацию и уровень НТП в стране в целом. Этот орган предъявляет свой особый спрос на новшество и платит за удовлетворение этого спроса цену новшества. В динамической модели оптимального планирования Канторовича революционные новшества формально записываются в виде новых производственных способов, растянутых в длинную цепочку во времени с дополнительным ингредиентом со знаком плюс, показывающим выпуск самого новшества как такового. Потребителем этого ингредиента является общество в целом в лице соответствующего государственного органа.

У новшеств в динамических моделях экономики есть еще одно существенное свойство, которое осложняет их математический анализ, дискретность, скачкообразность. Новшество либо есть, либо его нет. Чтобы оно появилось, надо затратить некоторый конечный объем ресурсов. Чтобы возникли более крупные, революционные новшества, нужно еще больше ресурсов. А отдача от этих затрат появится не сразу. Поэтому всегда есть дилемма: либо идти мелкими скачками, но частыми, либо время от времени делать крупные скачки. Эта задача может быть формализована, чему посвящен следующий раздел.

5. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ С ДИСКРЕТНЫМИ НОВШЕСТВАМИ

Любое новшество, будь то техническое или организационное, малое или большое, имеет два характерных свойства: необходимы первоначальные затраты дискретного характера, т. е. как бы некоторый импульс; в процессе разработки и внедрения новшества происходит временное ухудшение некоторых (существенных) показателей экономического развития.

Другими словами, внедрение новшества есть процесс революционного типа. Происходит нарушение гладкого течения процесса с помощью дискретного (импульсного) вмешательства. При этом характеристики процесса ухудшаются. Зато происходят качественные изменения, которые с течением времени выводят процесс на более высокий уровень.

Описанное явление сплошь и рядом встречается во многих сферах. Применительно к биологическим объектам оно изучается, например, в [19].

В настоящей работе я ограничиваюсь однопродуктовой экономикой, чтобы избежать технических сложностей, связанных с размерностью. Ясно, однако, что основные выводы носят более общий характер.

Простейшая однопродуктовая экономика имеет дело с двумя производственными факторами: трудом L и фондами (капиталом) K. Для упрощения будем считать количество труда постоянным и равным единице ($L=1$ для всех периодов времени), а время примем дискретным. Тогда производственная функция $f(K, L)$ показывает количество созданного в течение единичного интервала времени продукта плюс стоимость производственных фондов.

Конечное потребление обозначается, как обычно, буквой c, а $u(c)$ — функция полезности.

Объектом изучения в подобного рода экономиках являются траектории (пути) их развития.

Траектория развития есть последовательность $(K_0, c_0, K_1, c_1, \ldots) = (K_t, c_t)_{t=0}^{T}$, т. е. стоимость фондов и конечное потребление во все годы рассматриваемого периода. (Кстати, рассматриваемый период может быть и бесконечным: $T=\infty$.) Обычно в состав траектории не включается валовый общественный продукт или национальный доход, или капитальные вложения, поскольку они однозначно вычисляются по значениям K и c.

Траектория развития сбалансирована, если

$$K_{t+1}=f(K_t, L_t)-c_t, \quad t=0, 1, \ldots.$$

Математики добавляют сюда еще условие неотрицательности K_t и c_t для всех t, которое обычно всегда неявно подразумевается.

Поскольку имеющуюся в периоде t стоимость $f(K_t, L_t)$ можно разделять на K_{t+1} и c_t по-разному, то сбалансированных траекторий, начинающихся из одного и того же начального состояния, очень много. В дальнейшем их придется сравнивать.

В качестве одного из многих способов сравнения можно привести такой. Возьмем какую-нибудь экономически осмысленную функцию, заданную на траекториях, например,

$$\sum_{t=0}^{\infty} u(c_t, K_t)\,\mu^{-t}.$$

Это есть суммарная полезность от потребления $c=(c_0, c_1, \ldots)$, при количествах фондов $(K_t)_{t=0}^{\infty}$, приведенная к одному (начальному) моменту времени через коэффициент μ. Число μ показывает, что величина полезности и $u(c, K)$ одного и того же количества благ c уменьшается в течение года в μ раз. Один рубль потребления сегодня по полезности равен μ рублям через год. Обычно μ связывают с коэффициентом эффективности E капитальных затрат [20]. Тогда $\mu=1+E$. Поэтому практически μ лежит в пределах 1,1—1,2.

Сбалансированная траектория $(K_t c_t)_{t=0}^{\infty}$ оптимальна в смысле данного критерия, если на ней достигается максимум указанной функции на множестве всех сбалансированных траекторий, начинающихся в одном и том же состоянии.

Новшество не может быть охарактеризовано только описанием его «идейного» содержания. Такое описание сути есть начало. Это делает, как правило, автор новшества. Процесс внедрения новшества в жизнь, называемый часто инновационным процессом [21], представляет собой последовательность стадий. Например, это может быть НИР, ОКР, опытный образец, эксперимент, промышленная серия, распространение на другие отрасли, или нечто в этом роде. На каждой стадии тратятся какие-то ресурсы. И в конечном счете результатом является выпуск готовой продукции или применение новой технологии в таких-то масштабах.

В ряде работ уже отмечалось (см., например, [22]), что новшество можно описывать в форме затрат и результатов. Затраты при этом являются по своему характеру единовременными (дискретными), а результаты представляют собой новые способы производства или организации. Фактические объемы использования этих новых способов в описание новшества уже не входят; объемы — это внедрение, распространение новшества.

Теперь спрашивается, как же задать новшество в однопродуктовой экономике, учитывая эти обстоятельства: единовременные затраты — начальный дискретный импульс и новые способы производства — как результат произведенных затрат.

Обозначим единовременные затраты на создание (создание в разъясненном выше смысле) новшества через s. На данном этапе анализа можно считать, что они относятся к одному году. А результат этих затрат s — появление новой производственной функции и новых производственных фондов в некотором первоначальном (исходном) количестве.

Таким образом, надо различать старую производственную функцию и новую, старые фонды и новые.

Вместо единой функции f стало две: $f^{(0)}$ и $f^{(1)}$, соответственно $K^{(0)}$ — старые фонды, $K^{(1)}$ — новые. Труд и конечное потребление приходится тоже различать, труд и продукт, связанные со старыми фондами $L^{(0)}$, $c^{(0)}$ и с новыми $L^{(1)}$, $c^{(1)}$. Первоначальное количество новых фондов, которые получаются в результате осуществления затрат s, обозначается через $\bar{K}^{(1)}$.

Следовательно, новшество задается информацией $(s, \bar{K}^{(1)}, f^{(1)})$. Причем, если затраты s делаются в году t, то функция $f^{(1)}$ и фонды $\bar{K}^{(1)}$ появляются к началу следующего года.

Посмотрим, что произойдет с траекторией $(K_t, c_t)_{t=0}^{\infty}$, если в году t_0-1 будет введено новшество $(s, f^{(1)}, \bar{K}^{(1)})$. Фонды $K_{t_0}^{(0)}$ уменьшатся на величину s и станут равными $K_{t_0}-s$, появятся новые фонды в количестве $\bar{K}^{(1)}=K_{t_0}^{(1)}$. Чтобы использовать новую производственную функцию $f^{(1)}$, нужно обеспечить фонды трудом $L_{t_0}^{(1)}$. Таким образом, в начале года t_0 имеем состояние $(K_{t_0}^{(0)}, L_{t_0}^{(0)}, \bar{K}^{(1)}, L_{t_0}^{(1)})$.

Естественно, что новшество можно вводить в году t_0, если на него хватит ресурсов, т. е. $K_{t_0}\geqslant s$.

Определение сбалансированной траектории развития экономики с появлением новшества заметно усложняется. А именно: траектория $(K_t^{(0)}, L_t^{(0)}, K_t^{(1)}, L_t^{(1)}, c_t^{(0)}, c_t^{(1)})_{t=0}^{\infty}$ сбалансирована, если выполнены условия: $L_t^{(0)}+L_t^{(1)}=1\ \forall t$, что представляет собой распределение трудовых ресурсов между старыми и новыми фондами, и $K_t^{(1)}, L_t^{(1)}, c_t^{(1)}=0$, $t\leqslant t_0$. Здесь t_0 — год, когда вводится новшество (естественно, что до этого какая-либо деятельность, связанная с внедрением новшества, отсутствует); $K_{t+1}^{(0)}=f^{(0)}(K_t^{(0)}, L_t^{(0)})-c_t^{(0)}$, $t\neq t_0$ — стандартное соотношение баланса для старых фондов, которое выглядит по-другому только для года t_0; $K_{t_0+1}^{(0)}=f^{(0)}(K_{t_0}^{(0)}, L_{t_0}^{(0)})-c_{t_0}^{(0)}-s$, т. е. в году t_0 появляются дополнительные затраты s; $K_{t+1}^{(1)}=f^{(1)}(K_t^{(1)}, L_t^{(1)})-c_t^{(1)}$, $t>t_0$, — баланс для новых фондов; $K_{t_0+1}^{(1)}=\bar{K}^{(1)}$. Кроме того, все переменные неотрицательны по своему смыслу.

Оптимальная траектория определяется в точности так же, как при отсутствии новшества.

Используя введенное выше определение новшества, легко представить себе общую ситуацию, когда имеется много новшеств, а также предыстория использования новшеств в экономике в прошлом.

Итак, экономика в более общем случае задается с помощью следующей информации

$$A_c,\ A_н,\ (K_0^{(\alpha)}, L_0^{(\alpha)}, f^{(\alpha)})\alpha\in A_c,\ (f^{(\alpha)}, s^{(\alpha,\beta)}, K^{(\alpha)})\alpha\in A_н,\ \beta\in A_c\cup A_н,$$

где A_c — множество номеров новшеств, уже внедренных к начальному моменту времени, а $A_н$ — соответственно множество номеров тех новшеств, которые в принципе имеются, но не внедрены. Для упрощения множество $A_н$ не разбивается на классы, соответствующие периодам времени, с которых эти новшества становятся готовыми для внедрения; $K_0^{(\alpha)}, L_0^{(\alpha)}$ — фонды вида α и трудовые ресурсы в начальный момент времени; $f^{(\alpha)}$ — производственная функция, соответствующая новшеству (виду фондов) α; $K^{(\alpha)}$ — исходное количество фондов, которое получается в момент начала использования новшества α, $s^{(\alpha,\beta)}$ — затраты фондов вида β, необходимые для ввода в действие новшества α.

Таким образом, технический прогресс вводится набором новшеств, которые можно последовательно или одновременно использовать в производстве. Естественно, что A_c — конечное множество, а $A_н$ может быть бесконечным. A_c лучше называть не множеством (номеров) новшеств, а множеством имеющихся видов фондов.

Понятие сбалансированной траектории развития вводится аналогично случаю с одним новшеством. А именно, $[(K_t^{(\alpha)}, L_t^{(\alpha)}, c_t^{(\alpha)})\alpha\in A_c\cup A_н,\ t=0, 1, \ldots, T,\ (t_\alpha)\alpha\in A_н]$ является сбалансированной (допустимой) траекторией, если

$$\sum_{\alpha\in A_c\cup A_н} L_t = 1,$$

$$K_t^{(\alpha)},\ L_t^{(\alpha)},\ c_t^{(\alpha)}=0,\quad t\leqslant t_\alpha,\ \alpha\in A_н,$$

$$K_{t+1}^{(\alpha)}=f^{(\alpha)}(K_t^{(\alpha)}, L_t^{(\alpha)})-c_t^{(\alpha)}-\sum_{\beta\in A_t} s^{(\beta,\alpha)},$$

где

$$A_t=\{\beta\in A_н | t_\beta=t\},$$

$$K_{t_\alpha}=K^{(\alpha)}.$$

Если A_t — множество номеров новшеств, вводимых в году t, является пустым, то $\sum_{\beta\in A_t} s^{(\beta,\alpha)}=0$.

Нужно сказать, что такой способ введения НТП в динамическую модель экономики существенно отличается от известных способов [22, 23]. Во всех этих способах технический прогресс вводится непрерывно, без скачкообразности. Здесь же суть именно в скачкообразности, в дискретности.

Теперь несколько слов об эффективности новшества. Прежде всего надо уточнить терминологию.

Теоретически корректно эффективным считать такое новшество, которое оказалось примененным при построении оптимальной траектории. В терминах нашей модели новшество α, взятое из множества $A_н$, эффективно, если момент ввода t_α существует. Это определение — чисто теоретическое, и преобразовать его в более конструктивное, в более «рабочее» крайне затруднительно, главным образом, из-за необходимости вычисления всей траектории, т. е. в частности, учета взаимовлияния различных нововведений друг на друга.

Эффективность новшества определяется не изолированно: принимается во внимание имеющийся список других новшеств и возможности их ввода в данный момент и в перспективе. Особенно смущает учет будущего. Эффективность новшества, согласно определению, зависит от того, как в будущем будут вводиться другие новшества.

Можно это определение эффективности новшества чуть-чуть усилить. Пусть x — оптимальная траектория развития экономики, при некотором заданном множестве новшеств $A_н$. Новшество α эффективно, если его реализация улучшает траекторию x, т. е. оптимальная траектория при множестве новшеств $A_н\cup\{\alpha\}$ будет лучше, чем x.

Новшества, удовлетворяющие настоящему определению (слабому или сильному его вариантам), естественно называть эффективным относительно совокупности имеющихся множеств $A_н$.

Рассмотрим теперь другое, более конструктивное определение эффективности новшества. Но это будет уже эффективность не относительно множества $A_н$, а относительно только текущего состояния экономики.

Рассуждение проводится применительно к начальному моменту времени. Новшество α эффективно, если оно дает положительный прирост целевой функции. А прирост значения целевой функции определяется так. Вычислим оптимальную траекторию для случая, когда технический прогресс вообще отсутствует, т. е. когда $A_н=\phi$, и соответственно, оптимальную траекторию, когда имеется только данное новшество α, т. е. $A_н=\{\alpha\}$. Если значение целевой функции на второй траектории больше, то α — эффективное новшество. В этом определении эффективность новшества уже не зависит от наличия других новшеств. Например, если α — эффективно в смысле этого определения, а α^1 еще более эффективно, то по первому определению α уже не может считаться эффективным. Или вполне возможен такой случай. Новшество α эффективно, так как его ввод дает прирост целевой функции. Однако через год можно было бы ввести существенно более эффективное новшество, если бы ресурсы уже не были «съедены» вводом α. Поэтому в конечном счете, по первому теоретическому определению новшество α неэффективно. Это как раз тот случай, когда лучшее действительно враг хорошего.

Формально последнее определение эффективности новшества совпадает с предыдущим, если $A_н=\varnothing$. Естественно называть новшества, удовлет-

воряющие этому определению, эффективными относительно текущего состояния.

Между эффективностью относительно совокупности новшеств и эффективностью относительно текущего состояния нет простой зависимости. Выше уже отмечалось, что эффективное относительно текущего состояния новшество может быть неэффективным относительно списка новшества $A_н$. Более того, очевидно, что всегда можно указать такое множество $A_н$, относительно которого данное новшество α оказывается неэффективным. Достаточно для этого в $A_н$ включить новшество $((s^{(\alpha,\beta)}), K^{(\alpha)}, \lambda f^{(\alpha)})$, где $\lambda > 1$.

Менее очевидным является обратное утверждение. А именно, вполне может случиться, что эффективное относительно совокупности $A_н$ новшество эффективно относительно текущего состояния. Эта ситуация всегда возникает, когда два или несколько новшеств имеет смысл применять только совместно.

Часто бывает так, что порознь новшества не дают эффекта, а будучи использованы вместе, дают и значительный. Например, эффективность робота существенно зависит от способа его применения. Среди устаревшего оборудования и архаичной организации производства робот убыточен, а встроенный в автоматизированную линию весьма эффективен. Автоматизированная линия и есть то другое новшество, которое делает первое (робот) эффективным.

Понятие экономической эффективности, в частности, новшеств, «появляется» обычно с двух сторон.

Одно направление— со стороны практического хозяйствования, от прибыльности: эффективное — значит прибыльное. Внедрять надо то, что приносит достаточную прибыль или, как говорят, дает экономический эффект. А другое направление — от эффективности в рассмотренном выше смысле, т. е. от истинной (народнохозяйственной) эффективности. При этом подразумевается, что определение экономической эффективности — это конструктивный, практически просто реализуемый и понятный каждому (из-за привычных терминов прибыль, окупаемость) приближенный способ расчета истинной эффективности. А вот то, что это приближенный способ расчета истинной эффективности, — уже теория. У классиков теории оптимального планирования, начиная с первых работ Л. В. Канторовича и В. В. Новожилова, и в последующих публикациях, которых очень много, можно найти обоснования и выводы. Основной вывод звучит так: если цены соответствуют некоей теоретически правильной оптимизационной задаче и рассматриваемое мероприятие пренебрежимо мало изменяет ее общие результаты, то эффективность мероприятия (относительно текущего состояния) совпадает с его экономической эффективностью. При этом экономический эффект подсчитывается как разность между суммарным выпуском и суммарными затратами на ввод в действие и последующее функционирование мероприятия. При этом сама эта разность по своей величине в точности равна приросту целевой функции, вызванному использованием мероприятия.

Хочется обратить внимание на второе условие: требование пренебрежимой малости мероприятия. Применительно к анализу НТП его нельзя использовать в принципе. Тут как раз вся суть в том, что новшества дискретные, крупные. Чем крупнее новшество, тем оно, вообще говоря, эффективнее. Конечно, то обстоятельство, что реальные цены могут быть весьма далеки от оптимальных, также существенно. Особенно если учесть что для экономической оценки новшества нужно знать и будущие цены, которых, как правило, вообще нет.

Леонид Витальевич в последние годы своей жизни особенно интенсивно занимался вопросами разработки прикладной методики расчета экономической эффективности новшеств. В подготавливаемые ныне Методические указания по расчету экономической эффективности новой техники он внес существенный вклад. При этом он постоянно внушал коллективу разработчиков, что в ней много недоработанного, требующего фундаментальных исследований. Представляется, что работы по динамическим моделям с

дискретными множествами он бы активно поддержал. Во всяком случае мы обсуждали с ним однажды такую проблему: каким свойствам должно удовлетворять множество новшеств, чтобы их использование приводило к увеличению темпа роста экономики?

Как известно, при отсутствии технического прогресса, т. е. при неизменной во времени технологии, темп роста экономики в конечном счете сравнивается с темпом роста невоспроизводимых ресурсов. Если число новшеств конечно, то все равно асимптотически приходим к ситуации с неизменной технологией. Поэтому задача состоит в поиске условий на бесконечное множество новшеств, внедрение которых дает асимптотически темп роста выше, чем темп роста невоспроизводимых ресурсов.

6. ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДСТВА В ПРИКЛАДНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ

Рассмотренная в предыдущем разделе теоретическая модель может быть по всем правилам статистики начинена информацией для экономических и практических расчетов. Для этого можно воспользоваться, например, временными рядами фондов, труда и выпусков для различных технических уровней производства.

В реальных экономических системах основные производственные факторы — фонды и рабочая сила — растянуты в длинную цепочку по техническому уровню, квалификации, степени изношенности, прогрессивности. Одни предприятия опережают свое время и живут уже едва ли не в XXI в., а другие застряли на уровне XIX в. Такой разброс неизбежен. Скорость НТП определяется движением вперед всей массы предприятий в направлении повышения технико-экономического уровня. Если отдельные предприятия будут быстро идти вперед, а вся остальная их масса топтаться на месте, то скорость НТП мала. Если отстающие предприятия станут быстро подтягиваться до передовых, а передовые стоять на месте, то скорость также сильно замедлится. Надо, чтобы одновременно шли оба процесса. Уже отсюда следует объективная неизбежность значительного разброса характеристик производственных факторов.

Л. В. Канторович имел устойчивый интерес к модельному анализу указанного явления. Совместно с рядом своих учеников он опубликовал несколько исследований на эту тему, начиная с [24] (см. также [25—27]). Большей частью они касаются распределения факторов (производственных фондов) по степени изношенности или времени создания, что лишь довольно приближенно характеризует технический уровень.

Интересны и актуальны модели, где понятие технического уровня введено непосредственно и соответственно можно ставить и изучать такие вопросы, как скорость перехода с одного уровня на другой; возможность перескакивать с нижнего уровня на верхний, минуя промежуточные. Вообще, какова оптимальная стратегия при переходе с уровня на уровень, обеспечивающая максимальные темпы экономического развития? В предыдущем разделе сформулирована такая модель, где в качестве различных технических уровней рассматриваются соответствующие производственные функции. Траектория развития экономики, как мы видели, показывает постепенную сменяемость производственных функций. Но в каждый данный момент имеется, как правило, несколько производственных функций, т. е. несколько уровней технологического развития производства. Одни уровни хорошо сочетаются между собой, другие нет. Поэтому совсем не обязательно, что лучше всего сразу ориентировать всех на самый высший доступный в настоящее время уровень технологии. В силу эффекта взаимного влияния уровней, оптимальная стратегия может быть довольно сложной. Возьмем конкретный пример печатного дела. Сейчас существуют три крупных технологии печатания: механический, фото- и электронный набор. В принципе лучше всего было бы сразу переходить с механического на наиболее прогрессивный электронный набор, минуя фотонабор. Собственно к этому и надо стремиться. Однако практически может оказаться быстрее перейти к электронному набору через фотонабор

дискретными множествами он бы активно поддержал. Во всяком случае мы обсуждали с ним однажды такую проблему: каким свойствам должно удовлетворять множество новшеств, чтобы их использование приводило к увеличению темпа роста экономики?

Как известно, при отсутствии технического прогресса, т. е. при неизменной во времени технологии, темп роста экономики в конечном счете сравнивается с темпом роста невоспроизводимых ресурсов. Если число новшеств конечно, то все равно асимптотически приходим к ситуации с неизменной технологией. Поэтому задача состоит в поиске условий на бесконечное множество новшеств, внедрение которых дает асимптотически темп роста выше, чем темп роста невоспроизводимых ресурсов.

6. ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДСТВА В ПРИКЛАДНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ

Рассмотренная в предыдущем разделе теоретическая модель может быть по всем правилам статистики начинена информацией для экономических и практических расчетов. Для этого можно воспользоваться, например, временны́ми рядами фондов, труда и выпусков для различных технических уровней производства.

В реальных экономических системах основные производственные факторы — фонды и рабочая сила — растянуты в длинную цепочку по техническому уровню, квалификации, степени изношенности, прогрессивности. Одни предприятия опережают свое время и живут уже едва ли не в XXI в., а другие застряли на уровне XIX в. Такой разброс неизбежен. Скорость НТП определяется движением вперед всей массы предприятий в направлении повышения технико-экономического уровня. Если отдельные предприятия будут быстро идти вперед, а вся остальная их масса топтаться на месте, то скорость НТП мала. Если отстающие предприятия станут быстро подтягиваться до передовых, а передовые стоять на месте, то скорость также сильно замедлится. Надо, чтобы одновременно шли оба процесса. Уже отсюда следует объективная неизбежность значительного разброса характеристик производственных факторов.

Л. В. Канторович имел устойчивый интерес к модельному анализу указанного явления. Совместно с рядом своих учеников он опубликовал несколько исследований на эту тему, начиная с [24] (см. также [25—27]). Большей частью они касаются распределения факторов (производственных фондов) по степени изношенности или времени создания, что лишь довольно приближенно характеризует технический уровень.

Интересны и актуальны модели, где понятие технического уровня введено непосредственно и соответственно можно ставить и изучать такие вопросы, как скорость перехода с одного уровня на другой; возможность перескакивать с нижнего уровня на верхний, минуя промежуточные. Вообще, какова оптимальная стратегия при переходе с уровня на уровень, обеспечивающая максимальные темпы экономического развития? В предыдущем разделе сформулирована такая модель, где в качестве различных технических уровней рассматриваются соответствующие производственные функции. Траектория развития экономики, как мы видели, показывает постепенную сменяемость производственных функций. Но в каждый данный момент имеется, как правило, несколько производственных функций, т. е. несколько уровней технологического развития производства. Одни уровни хорошо сочетаются между собой, другие нет. Поэтому совсем не обязательно, что лучше всего сразу ориентировать всех на самый высший доступный в настоящее время уровень технологии. В силу эффекта взаимного влияния уровней, оптимальная стратегия может быть довольно сложной. Возьмем конкретный пример печатного дела. Сейчас существуют три крупных технологии печатания: механический, фото- и электронный набор. В принципе лучше всего было бы сразу переходить с механического на наиболее прогрессивный электронный набор, минуя фотонабор. Собственно к этому и надо стремиться. Однако практически может оказаться быстрее перейти к электронному набору через фотонабор

потому, что рассматриваемые технологии печатания существуют не в безвоздушном пространстве, а в окружении других технологий. Если недостаточно развита электронная промышленность и нет соответствующих кадров, то сразу перейти на электронный набор в сколько-нибудь широких масштабах просто невозможно. Есть естественные пределы в темпах увеличения масштабов электронной технологии. Но одновременно механический набор вполне может заменяться на фото, не дожидаясь, когда масштабы развития электроники позволят переходить на самую прогрессивную технологию.

Чрезвычайно интересно изучать эту проблему экспериментально, на конкретных примерах, на числовых расчетах. Такое исследование было предпринято группой сотрудников ВНИИПОУ ГКНТ (ныне ВНИИ ЭПРАНТ ГКНТ) с помощью модели, близкой к изложенной в разд. 5. В статистической отчетности имеется разделение всех предприятий на 7 групп в зависимости от технического уровня их фондов и применяемой технологии. Высший уровень — это комплексно-автоматизированное производство, нижний — преимущественно ручной труд. Методика отнесения предприятий к группам весьма несовершенна, да и признаки выделения уровней тоже далеко не бесспорны. Но все-таки это большая реальная статистика. По каждой из групп предприятий были построены свои производственные функции на базе данных за 1971—1985 гг. и проводились и проводятся экспериментальные вариантные расчеты. Основные постановки задач и результаты вариантных расчетов изложены в [28]. В частности, в модели, где взаимозависимость и взаимовлияние различных технических уровней друг на друга отсутствует, расчеты совершенно однозначно показывают, что наилучшая стратегия для получения максимальных темпов экономического роста состоит в переделке всех видов фондов сразу в фонды с наивысшим техническим уровнем, минуя промежуточные. Основным лимитирующим фактором при этом является скорость перелива рабочей силы из менее прогрессивного производства в наиболее прогрессивное.

* * *

В заключение хотелось бы высказать мысль, которая постоянно возникает при обращении к наследию Л. В. Канторовича. Леонид Витальевич удивительно мало ошибался в своих оценках, выводах, положениях. Он был глубоко современен, жил самыми актуальными проблемами экономики, и при этом у него не было даже намека на то, что мы называем конъюнктурностью. В своей деятельности он руководствовался главным критерием — критерием истины.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Канторович Л. В.* Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М.: Изд-во АН СССР, 1959.
2. *Канторович Л. В.* Динамическая модель оптимального планирования.— В сб.: Планирование и экономико-математические методы. М.: Наука, 1964.
3. *Канторович Л. В., Макаров В. Л.* Оптимальные модели перспективного планирования.— В сб.: Применение математики в экономических исследованиях. Т. 3. М.: Мысль, 1965.
4. *Канторович Л. В.* Дальнейшее развитие математических методов и перспективы их применения в планировании и экономике.— В сб.: Применение математики в экономических исследованиях. Т. I. М.: Соцэкгиз, 1959.
5. *Аганбегян А. Г., Багриновский К. А., Гранберг А. Г.* Системы моделей народнохозяйственного планирования. М.: Мысль, 1972.
6. *Гранберг А. Г.* Моделирование взаимодействия регионов в системе народного хозяйства.— В сб.: Система моделей народнохозяйственного планирования. Т. IV. М.: Наука, 1982.
7. *Данилов-Данильян В. И., Завельский М. Г.* Система оптимального перспективного планирования народного хозяйства. М.: Наука. 1975.
8. *Пугачев В. Ф.* Проблемы многосторонней оптимизации народнохозяйственного планирования. М.: Статистика, 1975.
9. *Баранов Э. Ф., Матлин И. С.* Об экспериментальной реализации системы моделей оптимального перспективного планирования.— Экономика и мат. методы, 1976, т. XII, вып. 4.
10. Комплексное народнохозяйственное планирование. М.: Экономика, 1974.
11. *Матлин И. С.* Комплекс моделей перспективного планирования. М.: Наука, 1986.