

Юло ЭННУСТЕ

ВВОДНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ПРОГНОЗИРОВАНИЮ И ПЛАНИРОВАНИЮ АДАПТИВНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В статье делаются методологические замечания по развитию более совершенного математического описания адаптивности экономического развития в математических моделях. В моделях прогнозирования это намечается осуществить путем учета управляемости экономического развития, а в моделях планирования — более адекватным описанием индетерминистских аспектов экономического развития прежде всего на основе учета неполной и дополнительной информации. Рассматриваются такие проблемы, как учет адаптивности при прогнозе и адаптивности оптимального плана, методология совершенствования стохастических оптимизационных социально-экономических моделей путем описания стохастичности структуры задач и существенных событий, декомпозиция и координация стохастических задач, и, наконец, делаются замечания относительно системы моделей индетерминистского прогнозирования и планирования.

1. Введение

В теории экономико-математического моделирования возникла необходимость в более адекватном описании адаптивности экономического развития. В моделях прогнозирования это означает более адекватное описание приспособляемости экономики к новым условиям, а в моделях планирования — моделирование приспособляемости самих планов к новым, не предвиденным до сего времени условиям. Таким образом, понятие моделирования адаптивности используется здесь в более широком смысле, чем обычно.

Потребность в более глубоком исследовании вопросов моделирования адаптивности экономического развития обуславливается следующими обстоятельствами. Общепринятые математические модели прогнозирования экономического развития (трендовые и экстраполяционные) базируются в основном только на описании инерционного аспекта развития. Поэтому область применения этих моделей ограничена и непосредственному внедрению их результатов может сопутствовать чрезмерная инерционность планов.

Традиционные детерминистские модели оптимального планирования также обладают инерционной направленностью. В них исходят из детерминистской предпосылки наличия полной информации и поэтому им принципиально чужды приспособляемость планов и идеи их предварительности и гибкости. Кроме того, ввиду отмеченных особенностей проявляется склонность к применению их для слишком продолжительных плановых периодов, недооценивается значение скользящего планирования и т. д., что приводит к неэффективному результату. По этим причинам существующая теория оптимального планирования не удовлетворяет



многим требованиям практики, в частности корректировке и маневренности планов [1], созданию запасов, диверсификации и т. д.

В данной статье сделана попытка выявить некоторые методологические аспекты математического моделирования адаптивности экономического развития, которые прежде всего связаны с неполнотой информации, с индетерминативностью экономического развития. При этом предполагается, что для математического описания адаптивности развития экономики подходящим аппаратом является индетерминистская (стохастическая, расплывчатая, с интервальными данными и т. п.) динамическая модель оптимального скользящего планирования, где и плановые показатели могут быть индетерминистскими (распределения, интервалы и т. п.).

2. О частных моделях прогнозирования и планирования адаптивного экономического развития

Для того чтобы математические модели прогнозирования описывали наряду с инерционными аспектами экономического развития и адаптивные, необходимо более полно учитывать влияние планирования и управления [2, 3]. Следовательно, в этих моделях следует прогнозировать альтернативы, планы и цели развития. В зависимости от способа применения последних возможен двоякий подход — нормативный и дескриптивный: в первом случае прогнозируемые цели нормативные, в другом — ими являются экстраполяции существующих целей.

Легко видеть, что при такой трактовке модель прогнозирования существенно приближается к модели планирования, поскольку она описывает цели, планы, а также альтернативы выбора. При построении модели необходимо внутреннюю статистическую информацию объекта дополнить также внешней [3]. Но, в отличие от модели планирования, плановые показатели здесь только информативные (не директивные), и описываются они индетерминистски (случайными и расплывчатыми величинами, интервалами и т. п.). Такие модели называют гибридными, поскольку в них комбинируются как математическая статистика и теория вероятности, так и элементы оптимального планирования.

В отличие от традиционных моделей прогнозы, полученные с помощью описанных моделей, не ограничиваются определением проблем развития, но дают и их решения.

Что касается традиционного экстраполяционного прогнозирования на основе трендовых регрессионных функций, то здесь чрезмерная инерционность прогноза заключается в следующем. Вид трендовой регрессионной функции определяется только на основе информации временного ряда. И здесь эту информацию целесообразно дополнить внешней. Последняя, например, может заключаться в директивных указаниях или в каких-либо содержательных асимптотах, могущих ограничивать или приспосабливать дальнейшее развитие процесса.

Для адекватного описания индетерминистских динамических задач планирования необходимо учитывать дополнительную информацию, которая может поступать как извне, так и в ходе процесса координации изнутри самой планируемой системы.

Исходя из этих принципов целесообразно план окончательно фиксировать только для начала планового периода, для некоторого подпериода [4]. Плановые показатели следующего подпериода представляются предварительными (в отношении поступающей дополнительной информации), имеющими вид законов распределения, интервалов или же точечных оценок. Возможность изыскания дополнительной информации и учет связанных с ней затрат превращают в оптимизируемые такие характеристики модели планирования, как продолжительность плано-

вого периода и его шаг скольжения, время фиксирования планов, объем дополнительной информации и т. д.

Гибкость плана связана с агрегированностью планируемой информации. На основе этого свойства различаются жесткие и гибкие планы. Гибкий план дается, например, интервалом или распределением. Как предварительность, так и гибкость плана относятся к оптимизируемым параметрам. Соответствующая оптимизационная задача должна учитывать, с одной стороны, расходы или потери, связанные с мерой гибкости, а с другой — эффект от более свободного определения планов на нижних уровнях систем планирования.

На основании сформулированных свойств можно описать четыре класса планов, которые представлены в таблице.

Классы планов

	Окончательные	Предварительные
Жесткие	0 определенный план	I прогнозный план
Гибкие	II гибкий план	III гибкий прогнозный план

План нулевого класса не адаптивный, остальные же три — адаптивные. При этом адаптация в отношении информации, которая поступит в будущем, происходит в горизонтальном направлении таблицы, а в отношении потери информации, возникающей при агрегировании и детализации данных, — в вертикальном.

С помощью адаптивных планов удастся избежать излишней жесткости планирования, уменьшить тем самым влияние непредвиденных или же неопределенно прогнозируемых негативных событий и более полно использовать непредвиденные благоприятные факторы.

Для формализованного описания индетерминистских оптимизационных задач разработаны различные теории [5]. Наиболее распространенными из них являются стохастическая оптимизация, расплывчатая оптимизация, оптимизация интервальных данными и теория минимакса. Самой общей и адекватной для описания социально-экономических задач можно считать стохастическую оптимизацию [6]. Основной недостаток этой теории на сегодня заключается в относительной сложности как решения задач, так и сбора данных (законов распределения). Поэтому нередко отдают предпочтение более простым моделям, опирающимся на другие упомянутые выше теории, хотя именно стохастическая оптимизация является наиболее чувствительным и адекватным средством для описания индетерминистских социально-экономических задач.

Необходимо отметить, что традиционными стохастическими моделями с трудом поддаются описанию многие, существенные с точки зрения социально-экономических объектов явления. К ним относятся взаимная стохастическая зависимость параметров объекта и прерывность их изменения. Для упрощенного описания этих явлений целесообразно использовать понятия существенных событий [5] и стохастичности структуры модели [7]. Под существенным событием понимаем такое, от которого зависят остальные события и тем самым законы их распределения. Таким образом, с помощью существенных событий можем создать такие модели, которые в определенной мере учитывают взаимозависимые параметры. Для приблизительного описания прерывности их изменения удобно применять понятие стохастичности структуры модели. Идея заключается в предположении, что структура модели зависит от случайных обстоятельств и, следовательно, является вероятностной (вместе с ве-

роятностным характером параметров модели). Во многих случаях для анализа таких сложных стохастических моделей, а также для приближительного решения числовых задач подходят методы имитации и декомпозиции.

3. О методологических элементах систем моделей адаптивного экономического развития

При исследовании принципов координации индетерминистских моделей прогнозирования и планирования адаптивного развития особое значение имеют методы декомпозиции. Например, при декомпозиции стохастической модели оптимального планирования легко составить две подмодели системы: одну плановую, плановые показатели которой окончательные, и другую — прогнозную, плановые показатели которой предварительные, и решать их поэтапно.

Из декомпозиционного анализа двухэтапных стохастических оптимизационных задач вытекает целесообразность применения и адаптивной координации [8], которая в этой модели осуществляется путем использования законов распределения вероятностей координирующих параметров (напр., цен). При этом выясняется, что по адаптивности оптимальные координирующие параметры превышают плановые [8]. В данном случае окончательные планы согласуются с помощью вероятностных предварительных координирующих параметров.

С точки зрения рассматриваемой тематики особый интерес представляют и те методы декомпозиции, которые разлагают задачу на основе аспекта инерциальности экономического развития и аспекта адаптивности. Такая декомпозиция позволяет в рамках взаимосвязанной системы рассматривать как инерционные, так и адаптивные модели и хорошо понять место различных трактовок [3]. Одновременно удается выяснить, что инерционные модели применяются в основном на начальных этапах прогнозирования, например, при прогнозировании ограничивающих факторов, параметров и связей наиболее сложных адаптивных моделей и т. д.

Одним из путей системного исследования названных проблем являются постановка достаточно общей прогнозно-плановой модели (т. н. исходной модели) и ее декомпозиционный анализ. На основе такого анализа можно построить разные варианты более простых систем, а также упрощенных частных моделей и математические принципы их координации.

Для схематического примера предположим, что достаточно адекватной и общей для прогнозно-плановых расчетов социально-экономического развития региона является индетерминистская многоэтапная оптимизационная модель. Она должна содержать жесткие окончательные плановые показатели для начала периода и гибкие предварительные плановые показатели для более поздних этапов, а также учитывать будущие потенциальные технологические альтернативы и стохастические зависимости параметров. Очевидно, что такая модель получится чрезвычайно сложной, и в настоящее время общая формализованная теория ее описания отсутствует. Именно сложившиеся на сегодня формализованные теории имеют ряд недостатков с точки зрения поставленной нами задачи. Так, на основе теории стохастического программирования удастся решать только крайне упрощенные задачи, поскольку большие трудности возникают при учете стохастических зависимостей параметров. Расплывчатая (размытая) оптимизация находится сейчас только в стадии формирования, и правила описания взаимосвязей параметров здесь пока не известны. Теории игр и интервальной оптимизации свойствен чрезмерный пессимизм (принцип максимина). В целях более адек-

ватной постановки модели необходимо попытаться при описании применять комбинации названных теорий. По-видимому, формализованное описание модели будет крайне сложным, поэтому в рамках схематического примера мы ограничимся вышеприведенным вербальным описанием, а также логико-вербальным анализом этой исходной модели.

Существуют разные возможности декомпозиции описанной исходной модели. Для наших целей целесообразно применять комбинацию нескольких принципов и типов координации. Начнем с декомпозиции по времени: модель первого подпериода содержит плановые показатели, а модель второго подпериода — прогнозы плановых показателей. Таким образом мы разложим сложную прогнозно-плановую задачу на более простые прогнозную и плановую. Прогнозную задачу, в свою очередь, целесообразно исследовать по инерционным и адаптивным аспектам. Для получения чисто инерционных аспектов мы абстрагируемся от целевых показателей, управляемости и внешней информации. Как результат, получаем экстраполяционные эконометрические модели. При надобности дальнейшего упрощения абстрагируемся от системности показателей и получаем отдельные многофакторные регрессионные модели социально-экономических показателей. И, наконец, последним возможным упрощением остается агрегирование факторов в один фактор — время, что даст нам трендовые модели. С последних обычно начинается составление прогнозов экономических показателей.

В моделях прогнозирования адаптивных аспектов социально-экономического развития важную роль играют целевые показатели, прогнозно-плановые показатели и внешняя информация.

Как показывает практика, модели подпериода планирования комплексного социально-экономического развития региона также слишком сложны и информационоемки для того, чтобы их решать в одном центре. И эти модели целесообразно сначала декомпонировать по таким аспектам, как модели отраслевых структур, территориальные модели (модели подрегионов), модели программ технологического развития, программ природопользования и т. д. Все вышеуказанные частные модели, в свою очередь, обычно подлежат декомпозиции по отраслям и ресурсам.

Следует добавить, что вышеприведенные схемы декомпозиции исходной задачи не только упрощают ее решение, но и позволяют приблизить частные модели к источникам информации и избежать тем самым излишнего искажения информации.

Принципы координации таких систем прогнозно-плановых моделей пока мало исследованы. В настоящее время более или менее разработанными можно считать принципы координации детерминистских систем без агрегации. Только первые шаги сделаны в области исследования агрегированной координации и координации при неполной информации. Как уже сказано, при стохастических моделях координация должна быть адаптивной. В случае применения систем, на высших уровнях которых действуют более агрегированные модели, исходная неопределенность усугубляется потерей информации, которая связана с агрегированием. Отсюда следует, что агрегирование, в свою очередь, должно увеличить гибкость координации, и даже в детерминистских моделях координация должна быть гибкой.

4. Некоторые выводы

1. Сильным упрощением в детерминистской математической теории социально-экономического развития является предположение о полноте информации. По этой причине выпадают из рассмотрения важные проблемы, связанные с существующей в реальности неполной и дополнитель-

ной информацией. В планировании эта теория нередко приводит к преждевременной фиксации планов и чрезмерному их ужесточению, а в прогнозировании — к ограничению только внутренней статистической информацией исследуемого объекта. В общем названная детерминистская теория фокусирует внимание на инерционных аспектах социально-экономического развития, но недостаточно учитывает адаптивные аспекты развития и связанные с ними положительные моменты. В этом смысле возможности применения детерминистской теории ограничены.

2. Более общая и более адекватная математическая теория социально-экономического развития требует перехода на индетерминистские модели. При этом важную роль играют концепции прогнозирования и планирования адаптивного развития. Под адаптивным подразумевается такой план, который в принципе учитывает возможности поступления дополнительной информации и возможности ее использования. Это достигается такими характеристиками плана, как предварительность и гибкость. При этом предварительность учитывает поступление дополнительной информации только во времени, а гибкость — в пространстве, в иерархии, в планировании и т. д.

3. В методологии переход на адаптивную концепцию связан с существенными изменениями как в прогнозировании, так и в планировании. В прогнозировании, наряду с инерционными аспектами, необходимо учитывать управляемость развития, а следовательно, и цели, и внешние ограничения развития. В области методологии планирования преобладающими оказываются многоэтапные индетерминистские модели с адаптивными планами, которые применяются в скользящем режиме. Для координации планов и прогнозов необходимо перейти на адаптивную концепцию, идея которой заключается в увязывании координирующих параметров с реализующимися условиями.

4. Декомпозиционный анализ общей индетерминистской прогнозно-плановой экономической задачи с адаптивными планами дает логическую концепцию соответствующих систем моделей. Такие концепции облегчают интегрирование применяемых плановых и прогнозных моделей в единую систему и помогают понять функции отдельных моделей в таких системах. Оказывается, что декомпозиционно-координационное решение индетерминистских оптимизационных задач является чрезвычайно сложной и пока мало исследованной проблемой. Дальнейшего исследования требуют проблемы гибкой координации и агрегированной координации, а также их комбинации.

5. Основным математическим аппаратом прогнозирования адаптивного развития, очевидно, станут гибридные модели, в которых принципы эконометрических и оптимизационных подходов будут использоваться в комбинации. Для математического описания плановых моделей более адекватной является теория стохастической оптимизации. Но и эту теорию следует совершенствовать в целях приспособления ее к данному объекту. Например, здесь целесообразно учитывать не только стохастичность параметров моделей, но и стохастичность их структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов В. А., Герчиков С. В. Маневрирование и актуальность плановых решений. — Изв. СО АН СССР. Сер. обществ. н., 1977, 1, № 1, с. 3—15.
2. Розин Б. Б., Ягольничер М. А. Гибридные экономико-статистические модели (подходы к построению и области применения). — В кн.: Комплексные подходы к построению и применению экономико-статистических моделей. Новосибирск, 1981, с. 7—54.
3. Ennuste, O. An indeterministic optimization problem in the methodology of mathe-

matical forecasting of socio-economic development of a region. — ENSV TA Toim. Ühisk., 1982, 31, N 1, p. 26—29.

4. Эннусте Ю. Адаптивный оптимальный план. — Изв. АН ЭССР. Обществ. н., 1982, 31, № 3, с. 209—215.
5. Эннусте Ю. О некоторых возможностях совершенствования стохастического социально-экономического программирования. — Изв. АН ЭССР. Обществ. н., 1980, 29, № 1, с. 19—26.
6. Ермольев Ю. М., Ястремский А. И. Стохастические модели и методы в экономическом планировании. М., 1979.
7. Ennuste, Ü. On parametrically and structurally stochastic optimum problems with adaptive plans. — ENSV TA Toim. Ühisk., 1983, 32, N 1, p. 28—31.
8. Эннусте Ю. Принципы декомпозиционного решения стохастической двухэтапной оптимизационной задачи и их экономическая интерпретация. — Изв. АН ЭССР. Обществ. н., 1981, 30, № 3, с. 268—273.

*Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР*

Представил К. Хабиخت

Поступила в редакцию
26/IV 1983

Ülo ENNUSTE

SISSEJUHATAVAID METODOLOOGILISI MÄRKUSI ADAPTIIVSE MAJANDUSLIKU ARENGU MATEMAATILISEKS PROGNOOSIMISEKS JA PLANEERIMISEKS

Artiklis on tehtud metodoloogilisi märkusi majandusliku arengu adaptiivsuse täiuslikumaks kirjeldamiseks matemaatilistes mudelites. Prognoosimudelites on soovitatud arvestada majandusliku arengu juhitavust ning planeerimismudelites arengu indeterminatiivsuse, eeskätt vaeginfo adekvaatsemat kirjeldamist.

On käsitletud selliseid küsimusi nagu prognoosi ja optimumplaani adaptiivsus, stohhastiliste sotsiaal-majanduslike optimumudelite täiustamise metodoloogia (oluliste sündmuste ja ülesannete struktuuri stohhastilisuse kirjeldamine), stohhastiliste ülesannete dekompositsioon ja koordineerimine ning vaadeldud ühe indeterministliku prognoosi- ja planeerimismudelite süsteemi skeemi.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut*

Toimetusse saanud
26. IV 1983

Ülo ENNUSTE

INTRODUCTORY METHODOLOGICAL COMMENTS ON MATHEMATICAL FORECASTING AND PLANNING OF ADAPTIVE ECONOMIC DEVELOPMENT

Some methodological comments concerning more adequate ways for describing the adaptivity of economic development in mathematical models are made. In forecast models this is pursued with the help of considering manageability of economic development, and in planning models, above all, by a more adequate description of the indeterminacy of development (in the first place the existence of incomplete information).

Such spheres as the adaptivity of forecasts and optimum plans, methodological problems of improving stochastic socio-economic optimum models (the describing of significant events and the stochasticity of the structure of problems), decomposition and co-ordination of stochastic problems are discussed. The scheme of an indeterministic system of forecast and planning models is observed.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Economics*

Received
April 26, 1983