

Ю. ЭННУСТЕ

АДАПТИВНЫЙ ОПТИМАЛЬНЫЙ ПЛАН

В статье анализируются свойства и классы адаптивных планов и рассматривается целесообразность их применения в экономических оптимизационных плановых моделях с неполной информацией. Неполнота информации в моделях разделяется на параметрическую и структурную. В качестве основных адаптивных свойств по отношению к параметрической неполноте информации рассматриваются предварительность и гибкость плана, в качестве основных адаптивных свойств по отношению к неполноте структурной информации — корригированность и маневренность планов. Делаются замечания по формализации, решению и анализу экономических оптимизационных задач с адаптивным планом.

Введение

Сформировавшаяся на сегодняшний день теория экономического оптимального планирования основывается главным образом на упрощенном детерминистском предположении о том, что плановик имеет полную информацию об условиях планового периода. В силу этого упрощения в указанной теории многие проблемы или решены упрощенно (диверсификация, определение запасов и т. д.), или же не находят достаточного отражения. К числу последних относится адаптивность оптимальных планов, т. е. увязка оптимальных планов с фактически реализующимися условиями. Этим и объясняется то, что теория экономического оптимального планирования не содержит происходящей на практике коррировки планов, приблизительного представления оптимальных направлений развития и т. д. В детерминистских моделях происходит преждевременное фиксирование планов, недооценка их гибкости, инородны здесь корригированность и маневренность планов и т. д. Следует отметить, что недоучет неполноты информации в практике планирования приводит к тому, что объекты планирования оказываются беспомощными перед случайными факторами, что трудно ликвидировать влияние нежелательных факторов и положительные случайные события остаются неиспользованными.

В настоящей статье различаются, во-первых, неполнота информации о значениях параметров модели (параметрическая неполнота информации) и, во-вторых, неполнота информации о структуре модели (структурная неполнота информации). Первое из них — понятие общеизвестное, и оно широко применяется в стохастическом программировании и интервальной оптимизации. Второе понятие — структурная неполнота информации — означает, что структура модели является неопределенной или вероятностной, т. е. дополнительная структурная информация может дополнить модель новыми деятельностями, технологиями или ограничениями, которые до сих пор неизвестны.

В соответствии с этими двумя видами неполноты информации в статье различают и два вида адаптации планов. Первый — параметрическая адаптация — описывает отношение планов к реализации параметров, второй — отношение планов к дополнительной структурной

информации. Необходимо отметить, что различия параметрической и структурной неполноты информации обуславливают и два вида ценности информации, причем первый из них описывает ценность уточнения параметров, а второй — ценность уточнения модели. Однако в данной статье они не рассматриваются.

Кроме того, в настоящей статье различают два источника неполноты информации: будущее и агрегированность плановых моделей.

Идеи параметрического адаптивного оптимального плана, связанные с неполнотой информации о будущем, стали широко применяться в 60-х годах в стохастическом программировании в т. н. двухэтапных задачах. В общей теории экономического планирования этой проблемой начали непосредственно заниматься где-то в середине 70-х годов в Новосибирске [1—4]. Эти работы были прежде всего направлены на описание маневренности, стабильности и актуальности планов, и учитывали в первую очередь потерю информации, обусловленную иерархичностью экономических плановых систем и агрегированием данных. При этом данные свойства не связывались непосредственно с оптимальным планированием. Примерно в то же время начались прикладные исследования упрощенных адаптивных экономических оптимальных планов [5], которые продолжают до сих пор [6].

Целью настоящей работы является попытка обобщить вышеописанные результаты с точки зрения теории экономического оптимального планирования и соединить различные принципы адаптации и различные источники неполноты информации. Вся трактовка происходит в контексте многоэтапной индетерминистской оптимизационной модели, работающей в скользящем режиме.

Статья начинается с объяснения некоторых свойств и классов адаптивных планов, затем рассматривается целесообразность их применения в экономических оптимизационных задачах с неполной информацией. Наконец, делаются замечания о формализованной постановке, решении и анализе этих задач. Необходимо отметить, что терминология настоящей проблематики находится в стадии формирования и приведенные ниже термины следует рассматривать как первоначальные.

1. Свойства и классы адаптивных планов

Эта глава начинается с исследования параметрической адаптации и заканчивается некоторыми замечаниями о структурной адаптации, т. е. вначале абстрагируемся от неполноты структурной информации.

1. Учет неполноты параметрической информации по сравнению с детерминистской постановкой, позволяет описывать в экономических планах новые содержательные характеристики. В настоящей статье в качестве таких характеристик рассматриваются предварительность и гибкость и, исходя из них, описываются четыре класса параметрических адаптивных планов. Основные исходные предположения следующие. Во-первых (П1), *возможность дополнения параметрической информации во времени*. Оно состоит в гипотезе, что информация плановика о действительных условиях планируемого момента уточняется по мере приближения этого момента (с приближением горизонта). Во-вторых (П2), *информация плановика агрегирована, причем при агрегировании часть ее теряется*, т. е. на более низких уровнях иерархии планирования или оперативного управления находится более совершенная локальная информация.

2. Для приспособления планов к условиям будущего на основании предположения об уточнении информации во времени весьма важно свойство предварительности плана (вопросам целесообразности его посвящена следующая глава). На его основе планы подразделяются на предвари-

тельные и окончательные. Для первых существенно зависимость от будущего события $s \in S$. Например, если реализуется событие s , то план будет $x(s)$. Поэтому предварительный план можно назвать планом, зависящим от будущего события. В стохастическом программировании его называют апостериорным планом. Окончательный план x не зависит от реализации какого-либо будущего события. Его называют априорным.

3. Понятие гибкости плана связано с агрегированностью планируемой информации. На основе этого свойства различаются жесткие и гибкие планы. Гибкий план дается, например, интервалом или распределением и т. п., жесткий же план — точкой. Гибкость плана по интервалам характеризует его ширина, а по распределению — дисперсия.

4. На основании сформулированных свойств можно описать четыре класса параметрических адаптивных планов, которые представлены ниже.

Классы параметрически адаптивных планов

		Предварительность	
		Окончательные	Предварительные
Гибкость	Жесткие	0 определенный план x	I прогнозный план $x(s)$
	Гибкие	II гибкий план \tilde{x}	III гибкий прогнозный план $\tilde{x}(s)$

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

5. Приведенные классы планов, в свою очередь, подчиняются структурной адаптации. Основные исходные предположения этого вида адаптации следующие. Во-первых, (П3) — *возможность дополнительной информации о структурных связях в модели*. Например, на основе дополнительной информации линейные связи целесообразно заменять нелинейными. Во-вторых, (П4) — *возможность получения новой базисной информации*. Выясняются новые деятельности и ограничения, и базис плана меняется.

Приспособление планов к новой структурной информации о связях назовем корректировкой, причем отметим, что корректировке подвергаются и определенные планы. Приспособление к новой базисной информации назовем маневром. С маневром связан, например, переход к заранее не предвиденным технологиям.

2. О применении адаптивных планов

1. Для выяснения целесообразности применения свойства предварительности введем следующее предположение (П5): *для оперативного управления требуется окончательный план*. Отсюда следует, что к началу планового периода планировщик должен представить окончательный план по крайней мере до следующего шага планирования, когда дается следующий окончательный план.

На основании (П1) и (П5) легко утверждать (У1), что при прочих равных условиях целесообразно актуализировать план как можно позднее. Под актуализацией плана подразумевается определение окончательного плана на основании имеющейся информации. Действительно, чем ближе планируемый момент, тем больше поступает информации об имеющихся на этот момент условиях (реализуется событие s , которое может представлять собой, например, достижение какого-либо момента времени и т. д.), а следовательно, тем более выгодный окончательный план можно определить.

Однако можно утверждать (У2), что в силу инерционности экономических процессов необходимые для реализации плана подготовительные работы требуют тем больших затрат, чем позже план актуализируется. Действительно, если план не актуализирован, то приходится или вести параллельно подготовительные работы для реализации нескольких вариантов предварительного плана, или же более поздняя подготовка одного варианта потребует форсирования, а тем самым и больших затрат.

На основании предыдущих утверждений можно сформулировать задачу оптимального момента актуализации плана, которая, с одной стороны, учитывает доходы от дополнительной, поступающей с течением времени информации, а с другой, затраты, связанные с параллельной подготовкой планов или форсированием. При этом как преждевременная, так и запоздалая актуализация приводит к экономическим потерям. Для пояснения этой задачи приведем простой пример.

Пример. Выясним, каким горизонтом h актуализировать определенный план x создания мощности для удовлетворения возникающей потребности в производстве продукции в момент t . Известно, что во время актуализации верхний предел ошибки δ при оценке потребности продукции зависит от горизонта следующим образом: $\delta = vh$. Также известно, что потери, связанные с неточным планом x (неудовлетворение потребности или неиспользованные мощности), зависят от δ следующим образом: $k = g\delta = gvh$. Далее, известно, что затраты на создание мощности r тем больше, чем ближе горизонт, причем эта связь такова: $r = u/h$. Таким образом, оптимальный горизонт актуализации найдем из условий

$$k + r = gvh + u/h \rightarrow \min!_h$$

Откуда:

$$h^0 = \sqrt{u/gv}.$$

Теперь ясно, что оптимальный горизонт актуализации тем отдаленнее, чем больше затраты на создание мощности на единичном горизонте и тем ближе, чем быстрее поступает с течением времени дополнительная информация (v) и чем больше потери, связанные с нехваткой информации (g).

Определение оптимального горизонта актуализации в упрощенном виде — задача крайне сложная, так как здесь следует учитывать заменяемость хозяйственных запасов, время актуализации и т. п. Поэтому в практике часто приходится соблюдать следующее правило: актуализация преждевременная, если ей не сопутствует начало подготовительных работ.

До актуализации плановые показатели в динамической модели планового периода являются предварительными, что позволяет оценить влияние актуализированных показателей на область определения предварительных планов. В последнем обстоятельстве и заключается идея двухэтапной стохастической оптимизационной задачи: на первой стадии определяются окончательные планы, на второй — предварительные.

2. Для выяснения целесообразности применения свойств гибкости плана предположим дополнительно (П6), что цель планирования на высшем уровне управления — это согласование работы единиц низшего уровня, причем отклонение работы единиц от жесткого плана приводит к дополнительным затратам на балансирование. Понятно, что величина последних зависит от конкретных обстоятельств, в числе которых опять-таки существенное место занимают наличие запасов или возможности реализации сверхплановой продукции, а следовательно, гибкость товарообмена и т. д. Это одна сторона дела.

С другой стороны, на основании предположения (П2) можно утверждать, что плановик в силу агрегированности информации не в состоянии учитывать все возможности и трудности, открывающиеся в ходе выполнения плана. В то же время у руководителей соответствующих хозяйственных единиц более низкого уровня уже в ходе планирования имеется более полная информация. Отсюда возникает вопрос, в какой мере эти локальные условия целесообразно нейтрализовывать (жесткий план), и в какой мере использовать (гибкий план). Следовательно, гибкость каждого показателя плана следует вычислять исходя из дополнительных затрат на балансирование, связанных с гибкостью, и возможных потерь в результате неиспользования местного потенциала. Таким путем формируется мера оптимальной гибкости.

3. Разумеется, применение гибкого плана предполагает наличие эффективного хозяйственного механизма, другими словами, такого хозяйственного механизма, который в рамках гибкого плана гарантирует совпадение интересов каждой единицы с интересами всей экономики.

Целесообразные меры структурной адаптации в принципе невозможно определить в рамках одной модели с фиксированной структурой. Для этого необходимо исследовать модель со случайной структурой или, в дискретном случае, множества вероятных моделей. Но эта проблема выходит за пределы данной работы. Добавим только, что план на основе одной модели более конкурентоспособный, если он имеет определенные возможности для корректировки и маневренности.

4. Из сказанного следует, что в экономических задачах оптимального планирования широкое применение должны найти гибкие планы и гибкие прогнозные планы с возможностями для корректировки и маневренности. Поскольку традиционная теория оптимального планирования использует только определенные планы без учета корректировки и маневренности, то налицо преждевременная актуализация и отсутствие какой бы то ни было гибкости.

3. Вопросы формализации, решения и анализа оптимизационных задач с адаптивным планом

1. Степень неопределенности в задачах планирования экономических данных весьма изменчива, что существенно затрудняет их формализацию. До настоящего времени отсутствует общая формализованная теория оптимизации для обработки именно таких данных. Сложившиеся к настоящему времени теории можно расположить в зависимости от степени неопределенности данных следующим образом:

Детерминистские приближения оптимизации на основании средних значений

Стохастическое программирование (с объективными и субъективными вероятностями)

Расплывчатая оптимизация

Теория игр и интервальная оптимизация

↑
степень неопределенности

Каждая из этих теорий имеет ряд недостатков с точки зрения экономических задач. Так, стохастические задачи решать сейчас удобно только в крайне упрощенных случаях [7, 8], которые не описывают экономические задачи достаточно адекватно. Расплывчатая оптимизация находится в стадии формирования. Недостатком этой теории считается и то обстоятельство, что неизвестны правила учета взаимозависимых данных. По-видимому, в рамках этой теории трудно решать и адекватные задачи [9]. В теории игр и интервальной оптимизации недостатком служит их чрезмерный пессимизм (принцип максимина).

Несмотря на это, в целях адекватных постановок следует пытаться применять комбинации этих теорий вместе с некоторыми упрощениями (например, приближение непрерывных величин к дискретным и т. д. [10]).

2. Что касается непосредственно формализованного описания свойств первоначальности и гибкости планов, то первое представляется относительно легким, если множество случайных событий S является дискретным и конечным. Если в такой задаче описаны подготовительные деятельности с различной степенью форсированности, то решение задачи дает и оптимальное время актуализации.

Для определения оптимальной гибкости планов целевая функция должна описывать как ожидаемый дополнительный доход (от использования локальных возможностей), связанный с планами большей гибкости, так и связанные с ними дополнительные затраты, вытекающие из трудностей балансирования, например, потребность в больших запасах [11]. В этом случае решение дает вариант плана с оптимальной гибкостью.

Как уже было сказано, эндогенизация проблем оптимальной корригируемости и маневренности плана в рамках одной модели с фиксированной структурой принципиально невозможна, следовательно, соответствующие резервы для корректировки и маневра необходимо предусмотреть экзогенно.

Думается, что определение формального оптимума многоэтапных экономических индетерминистских задач с адаптивными планами — дело крайне сложное. По-видимому, в практических задачах следует ограничиваться приближенными решениями или же только анализом задачи [6, 8].

Для приближенного решения задач целесообразны методы декомпозиции и координации, так как они позволяют подразделить сложные (с несколькими классами планов) задачи на подзадачи с одним классом планов. Выясняется [12], что координация здесь должна быть адаптивной.

В анализе задач хорошие результаты достигнуты использованием методов имитации и классификации [6], при этом необходимо отметить, что хотя постановки индетерминистских экономических задач основываются на принципе балансов, составление реализации балансов на основе этих решений не особенно информативно, поскольку балансы зависят от условий в будущем и, следовательно, каждая реализация баланса описывает только одну из многих возможностей.

Выводы

1. В экономических оптимизационных задачах учет неполноты информации позволяет содержательно описывать свойства и классы адаптивных планов, которые при целесообразном применении дают лучшие результаты, чем детерминистские.
2. Учитывая иерархичность экономических систем управления, в задачах планирования целесообразно различать два источника неполноты информации: неопределенность будущего и потерю информации в иерар-

хии системы управления, возникающую при агрегировании данных. Эти источники влияют на параметры и структуру моделей и тем самым позволяют различать параметрическую и структурную адаптацию. Для параметрической адаптации характерны предварительность и гибкость плана. Их комбинации дают четыре класса планов, из которых три — адаптивные. Структурной адаптации также присущи два принципа: корригированность и маневренность.

3. В традиционной детерминистской теории оптимального планирования происходят преждевременная актуализация и чрезмерное ужесточение планов.

4. При решении экономических оптимизационных задач с адаптивными планами ценными могут оказаться методы декомпозиции и координации, которые также позволяют исследовать функционирование экономических механизмов. Для анализа конкретных плановых моделей более подходящими являются методы имитации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов В. А., Соколов В. Г. Некоторые адаптивные характеристики плана. — СО АН СССР. Сер. обществ. н., № 6, вып. 2, 1975, с. 15—25.
2. Смирнов В. А., Герчиков С. В. Маневрирование и актуальность плановых решений. — СО АН СССР. Сер. обществ. н., № 1, вып. 1, 1977, с. 3—15.
3. Максимов Ю. И. Некоторые направления моделирования влияния случайных факторов на развитие отраслевых систем. — В кн.: Моделирование стохастических процессов развития отраслевых систем. Новосибирск, 1980, с. 3—23.
4. Смирнов В. А., Соколов В. Г., Соколов В. М., Чудновский Г. Л. Оценка надежности плановых решений по развитию отраслевых систем при стохастической изменчивости производственных факторов. — В кн.: Учет стохастичности при оптимизации отраслевых систем. Новосибирск, 1980, с. 3—16.
5. Макаров А. А., Мелентьев Л. А. Методы исследования и оптимизации энергетического хозяйства. Новосибирск, 1973.
6. Прогнозный анализ многоотраслевого комплекса в условиях неопределенности (на примере энерго-топливно-химического комплекса). Таллин, 1980.
7. Kall, P. Computational methods for solving two-stage stochastic linear programming problems. — J. Appl. Mathem. Physics, 1979, v. 30, p. 261—271.
8. Ястремский А. И., Федоренко И. К. Методика решения и анализа прикладных стохастических моделей экономики. — Кибернетика, 1980, № 1, с. 122—127.
9. Kickert, W. Fuzzy Theories on Decision-Making. A Critical Review. Leiden, 1978.
10. Эннусте Ю. О некоторых возможностях совершенствования стохастического социально-экономического программирования. — Изв. АН ЭССР. Обществ. н., 1980, т. 29, № 1, с. 19—26.
11. Эннусте Ю. О принципе определенно-вероятного планирования, моделях и функционировании экономики. — Изв. АН ЭССР. Обществ. н., 1974, т. 23, № 1, с. 3—21.
12. Эннусте Ю. Принципы декомпозиционного решения стохастической двухэтапной оптимизационной задачи и их экономическая интерпретация. — Изв. АН ЭССР. Обществ. н., 1981, т. 30, № 3, с. 268—273.

Представил К. Хабиш

*Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР*

*Поступила в редакцию
8/IV 1981*

ADAPTIIVNE OPTIMUMPLAAN

Artiklis on selgitatud adaptiivsete optimumplaanide omadusi ja klasse ning nende rakendamise otstarbekust vaeginfo majanduslikes plaaniülesannetes. Tähtsamate adaptiivsete omadustena on käsitletud plaani esialgsust ja paindlikkust. Esimene neist võimaldab arvestada tulevikuifo mittetäielikkust ja teine hierarhilises planeerimissüsteemis andmete agregeerimisest tekkinud infokadusid.

Artikli põhitlemused on järgmised:

1. Majanduslikes optimumülesannetes võimaldab vaeginfo arvestamine sisuliselt kirjeldada adaptiivsete plaanide omadusi ja klasse, kusjuures adaptiivsed plaanid annavad otstarbekal rakendamisel paremaid tulemusi kui deterministlikud.
2. Majanduslike juhtimissüsteemide hierarhilisust arvestades on nendes planeerimisülesannetes otstarbekas eristada kaht info mittetäielikkuse allikat: 1) tuleviku indeterminismi ja 2) infokadu juhtimissüsteemi hierarhias andmete agregeerimisel. Nendele vastavalt saab eristada ka kaht plaanide adapteerimise eesmärki ning omadust: 1) esialgsust ja 2) paindlikkust. Nende omaduste abil saab moodustada neli plaaniklassi, millest kolm on adaptiivsed.
3. Traditsioonilises deterministlikus optimumplaneerimise teoorias, mis ei arvesta plaanide adaptiivsete, toimub nende enneaegne aktuaalseerimine ja ülejäägistamine.
4. Adaptiivsete plaanidega majanduslike optimumülesannete ligikaudsel lahendamisel on lootustandvad koordineerimismeetodid, mis võimaldavad ka uurida majandamismehhanismide funktsioneerimist. Ülesannete praktiliseks analüüsimiseks on sobivamad imitatsioonimeetodid.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut*

Toimetusse saabunud
8. V 1981

ADAPTIVE OPTIMUM PLAN

The paper discusses characteristics and classes of adaptive plans and deals with the advisability of applying them in economic optimum problems with incomplete information. Tentativeness and flexibility of a plan are treated as the most important adaptive characteristics. The former makes it possible to consider incompleteness of future information, while the latter takes account of information losses due to the aggregation of data in a hierarchic planning system. Some remarks are made on formalizing as well as solution and analysis of economic optimum problems with an adaptive plan.

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

Received
May 8, 1981