

Ю. И. МАКСИМОВ

СТОХАСТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ПЛАНИРОВАНИИ

АКАДЕМИЯ НАУК СС
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ
И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю. И. МАКСИМОВ

СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПЛАНИРОВАНИИ

Ответственный редактор
д-р экон. наук *Б. Б. Розин*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск • 1981

Максимов Ю. И. Стохастическое моделирование в планировании.— Новосибирск: Наука, 1981.

В монографии рассматриваются некоторые направления отражения вероятностных свойств и неопределенности при моделировании развития отраслевых систем; включение вероятностных характеристик в детерминированные экономико-математические модели, использование экономико-математических моделей вероятностной структуры, учет неопределенности исходной технико-экономической информации при оптимизации перспективных планов. Исследуются некоторые проблемы прогнозирования развития отраслевых систем.

Книга рассчитана на экономистов и математиков, занимающихся вопросами разработки и внедрения оптимизационных моделей территориально-производственного планирования, а также студентов и аспирантов, специализирующихся в области применения математических методов в экономике.

ВЛИЯНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕВЫХ СИСТЕМ

1. Системный подход в планировании отраслевых систем

В принятых XXV съездом КПСС «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» особое внимание уделялось совершенствованию управления народным хозяйством в целях более полного использования преимуществ и возможностей экономики развитого социализма. В документах съезда подчеркивалась необходимость более широкого использования в планировании программно-целевого метода, разработки комплексных программ по наиболее важным проблемам.

Логика развития работ по оптимальному отраслевому планированию приводит к созданию и внедрению все более совершенных моделей и методов. Одни из основных направлений совершенствования комплекса экономико-математических моделей оптимизации перспективных планов развития и размещения объектов различных отраслей народного хозяйства — это переход от моделей отдельной отрасли к моделям многоотраслевых систем, а также учет аспектов случайности и неопределенности в развитии многоотраслевых систем [1].

Как отмечается в [1], комплексный, системный подход в планировании позволяет прежде всего преодолевать узкие рамки отрасли при решении перспективных проблем. Основу такого подхода составляет принцип целевого управления. При этом экономическое развитие ориентируется на реализацию конечных народнохозяйственных целей. С этих позиций должна быть сформирована система, в рамках которой целесообразно анализировать, прогнозировать и принимать решения. Такая система является совокупностью объектов трех групп: хозяйственных элементов; связей и взаимодействий между хозяйственными

элементами; комплекса мероприятий, осуществление которых необходимо для достижения поставленной цели.

Акад. А. Г. Аганбегян предлагает выделять следующие четыре основных типа программ:

национальные — такие, как, например, программа повышения уровня жизни народа, программа экономической интеграции стран — членов СЭВ и т. д.;

крупные межотраслевые программы — типа развития и совершенствования структуры топливно-энергетического комплекса страны или создания единой транспортной системы;

производственные программы, направленные на реализацию решающих для перспективы локальных вопросов как, например, создание магнитогидродинамических генераторов;

крупные региональные программы — типа освоения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции или строительства Байкало-Амурской магистрали и хозяйственного освоения зоны примыкания.

Необходимость и актуальность перехода от локальной оптимизации перспективных отраслевых планов к оптимизации перспективных планов развития комплексов отраслей как подсистем народного хозяйства анализируется и обосновывается в [1—6] и ряде других работ.

Рассматривая проблемы развития отраслевых систем, целесообразно остановиться на понятиях системы, системных исследований и системного подхода. Разработке теории больших систем и системному подходу к окружающей действительности в последнее время уделяется большое внимание. Сущность системного подхода в монографии [7], например, определяется как исследование явлений в их взаимосвязи, целостности и развитии. Идеи системного изучения, системного подхода получили повсеместное распространение. Трудно найти область исследований, в которой эти идеи не нашли бы приложения (хотя и с различной степенью проработки и эффективности).

Один из парадоксов развития системных исследований состоит в том, что само понятие системы в настоящее время трактуется самым различным образом и не существует единого, общепризнанного определения системы. Учитывая многочисленность и разнообразие отраслевых исследований, которые в той или иной степени затрагивают проблемы системного анализа, вряд ли возможно даже

кратко проанализировать все предложенные определения системы. Отметим лишь чрезвычайную широту диапазона этих определений: от достаточно общих и расплывчатых до более строгих и опирающихся на усложненную аксиоматику.

В ряде исследований понятие «система» относится к числу интуитивных, не требующих специального определения. Так, например, Г. С. Поспелов и В. А. Ириков утверждают, что система (в широком смысле слова) — одно из распространенных и исходных понятий, почти не нуждающихся в определении [8]. Тем не менее в дальнейшем в своей монографии они используют два представления, или определения, системы: как целостное взаимосвязанное множество объектов, предметов (возможно, однородных) и как порядок (план, классификация), по которому располагается группа понятий для образования единого стройного целого.

Можно привести и другие примеры достаточно общего и просто формулируемого понятия системы. В частности, в [9] система определяется как множество объектов вместе с отношениями между объектами и между атрибутами.

Для иллюстрации более строгих, но использующих усложненную аксиоматику определений системы приведем, например, следующие:

1. Вещи m образуют системы относительно заданного отношения R и свойства $\mathcal{P}$, если в этих вещах существуют свойства $\mathcal{P}$, находящиеся в отношении R [10]. 2. Абстрактная система — это некоторое отношение, определенное на декартовом произведении некоторого семейства множеств объектов [11].

Отметим одно существенное обстоятельство: большинство определений системы (с учетом естественного терминологического различия) основано на использовании фактора взаимодействия компонентов. Именно взаимодействие компонентов системы в большинстве формулировок служит решающим критерием системной организации. Однако одного лишь постулирования взаимодействия компонентов недостаточно, так как при этом не объясняется, каким образом из всего гипотетически возможного множества взаимосвязей между элементами системы выбираются (организуются, формируются) реально существующие взаимосвязи. Если бы в сложной экономической системе все элементы (подсистемы) взаимодействовали друг с другом

произвольно, то такое взаимодействие приводило бы не к системности, упорядоченности, а к хаосу.

Постулирование взаимодействия элементов системы, взятого само по себе, изолированно, обуславливает неконструктивность многих формулировок понятия системы. В этом отношении нельзя не согласиться с выдвинутым в [12] тезисом о том, что, несмотря на многолетнюю пропаганду, системный подход, в особенности общая теория систем Берталанфи, не сделался достаточно популярным среди исследователей и не повел к революционному преобразованию самой научно-исследовательской практики.

В самом деле, что может, например, специфически системного извлечь исследователь-физиолог из выражения «система — это комплекс взаимодействующих компонентов», если даже для начинающего исследователя взаимодействие является аксиомой.

Из приведенного определения (или любого эквивалентного ему) не больше специфически системного может извлечь и исследователь-экономист.

Однако и введение упорядоченности элементов не всегда дает исчерпывающее определение понятия системы. Так, например, согласно [13, с. 48], «система — это множество связанных между собой элементов (любой природы), имеющее тот или иной вид упорядоченности по определенным свойствам и связям и обладающее относительно устойчивым единством, которое характеризуется внутренней целостностью, выражающейся в относительной автономности поведения и (или) существования этого множества в окружающей среде. Элементы множества должны иметь реальные связи между собой, иначе это будет частично или вполне упорядоченное множество, но еще не система». Такая формулировка не дает ответа на два существенных вопроса:

1. Что упорядочивает распределение множества компонентов в системе?

2. По какому критерию и с учетом комплекса каких ограничений формируется это упорядочивание?

Нам представляется конструктивным и дающим исчерпывающий ответ на приведенные выше вопросы определение системы, предложенное в работе [12]. Согласно этому определению, ведущим компонентом понятия системы является результат ее деятельности.

Включение в системный анализ результата как решаю-

щего звена функционирования и развития системы существенно изменяет распространенные взгляды на систему. Прежде всего, оказывается возможным все направлять как функционирования системы, так и ее развития полностью представлять в терминах результата. В [12] отмечается, что цели формирования системы могут быть выражены в ответах на вопросы о том, какой результат должен быть получен, когда именно должен быть получен результат, какими механизмами должен быть получен результат и как система убеждается в достаточности полученного результата.

По П. К. Анохину, системой может быть назван только такой комплекс избирательно вовлеченных элементов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретают характер взаимодействия получению намеченного полезного результата. Такое взаимодействие элементов ориентировано на освобождение их от избыточных степеней свободы, которые не нужны для получения данного конкретного результата. В то же время сохраняются все те степени свободы, которые способствуют получению результата. В свою очередь, результат, в силу характерных для него обратных связей, может реорганизовать систему путем создания такой формы взаимодействия между ее элементами, которая наиболее благоприятна для получения запрограммированного результата. Таким образом, результат может рассматриваться в качестве неотъемлемого и решающего компонента системы, создающего упорядоченное взаимодействие между всеми ее элементами.

Везде в дальнейшем система (например, отраслевая система, моделируемая экономическая система, многоуровневая система моделей) будет определяться как комплекс элементов, взаимодействие которых формируется для получения определенного конечного результата.

С позиций системного подхода для ретроспективного анализа и прогнозирования развития больших систем решающее значение имеют:

тип поведения (строго детерминированный, вероятностный, неопределенный);

степень маневренности (в частности, в [14] предлагается подразделять экономические системы на абсолютно инерционные, условно инерционные, условно маневренные и абсолютно маневренные);

характер реакций на различные изменения условий развития (линейные или нелинейные, устойчивые или неустойчивые и т. д.).

В настоящее время большинство отечественных и зарубежных исследователей полагают наличие стохастических аспектов (как вероятностных факторов, так и элементов неопределенности) одним из неперменных свойств больших систем и необходимым условием применимости системного подхода.

Очень часто имеющаяся исходная информация о рассматриваемой системе и ее функционировании оказывается недостаточной для формирования детальной математической модели, даже если известны основные причинно-следственные связи, реализуемые данной системой в целом. Однако и в этой ситуации возможно формирование модели с использованием принципов общей теории систем [15]. Модели же такого типа вполне применимы для дальнейшего изучения или более подробного анализа развития рассматриваемой системы. В этом отношении результаты, достигнутые к настоящему времени в разработке общей теории систем, позволяют несколько расширить область применения математических методов. Тем самым открывается возможность анализа таких аспектов развития сложных экономических систем, при исследовании которых применение математического моделирования казалось ранее малоэффективным или даже нереальным.

Учет аспектов стохастичности в развитии отраслевых систем является одним из основных направлений совершенствования экономико-математических моделей оптимального перспективного планирования. Обусловлено это тем обстоятельством, что процессы развития и размещения объектов отраслевых систем протекают под воздействием комплекса случайных факторов, которые могут быть подразделены на внешние и внутренние.

К основным внешним случайным факторам, которые определяются взаимодействием рассматриваемой отраслевой системы как с народным хозяйством в целом, так и с отдельными сопряженными отраслями, относятся:

корректировка целей развития рассматриваемой отраслевой системы (по уровню намеченных конечных результатов и по срокам их достижения);

темпы развития народного хозяйства;

выделяемые капитальные вложения;

сроки сдачи сооружаемых и реконструируемых объектов;

лимитированные виды продукции сопряженных отраслей;

технический прогресс в сопряженных отраслях народного хозяйства и т. д.

Кроме того, к внешним должны быть отнесены и случайные факторы, обусловленные взаимодействием с окружающей средой. Для отраслевых систем, включающих объекты добывающих отраслей народного хозяйства, основными из них являются:

корректировка технико-экономических показателей для месторождений, вовлекаемых в разработку;

открытие новых месторождений полезных ископаемых;

корректировка запасов полезных ископаемых на эксплуатируемых месторождениях [16].

Если рассматриваемая отраслевая система развивается в слабоосвоенном районе со сложными природно-климатическими условиями, то к основным внешним случайным факторам должны быть добавлены объемы и сроки создания инфраструктуры.

К внутренним следует отнести случайные факторы отраслевого и межотраслевого характера (для отраслей, образующих рассматриваемую отраслевую систему):

согласование сроков сооружения технологически сопряженных объектов;

надежность функционирования различных объектов;

периоды вывода сооружаемых и реконструируемых объектов на проектную мощность;

темпы технического прогресса в отраслях народного хозяйства, объекты которых образуют рассматриваемый межотраслевой программный комплекс, и т. д.

Необходимо отметить, что учет основных стохастических аспектов, с одной стороны, существенно повышает степень адекватности применяемых экономико-математических моделей реальным процессам формирования и развития отраслевых систем, а с другой — значительно усложняет как ретроспективный анализ развития этих систем, так и вычислительно-реализационные процедуры по перспективному планированию отраслевых систем.

Отраслевые системы относятся к сложным экономическим системам, при математическом моделировании которых рассматривается большое число параметров и пере-

менных. Сложность описания и реализации систем с большим числом переменных обуславливается в основном тремя факторами:

необходимостью выбора эффективной формы описания переменных и взаимосвязей между ними;

необходимостью отбора числа деталей, принимаемых во внимание (даже если не все эти детали обязательно имеют существенное значение для целей каких-либо конкретных исследований);

оперативностью формирования больших массивов исходной информации и обеспечением надежности их обработки.

Как отмечается в [15], разрабатывая в подобных ситуациях менее структуризованную модель, учитывающую основные факторы (теоретико-множественного или алгебраического типа), можно существенно повысить эффективность анализа поведения системы или хотя бы просто обеспечить возможность такого анализа. Таким образом, для описания больших сложных систем целесообразно использовать с математической точки зрения менее структуризованное и более абстрактное описание. При таком подходе могут быть эффективно решены различные структурные вопросы, например проблемы декомпозиции, степени агрегирования, вертикальной и горизонтальной координации и многие другие.

Отметим существенное различие между классическими методами приближенного анализа и подходом, основанным на использовании менее структуризованных и более абстрактных моделей. В классических методах приближенного анализа используется та же математическая структура, которая рассматривалась в начале исследования. Упрощение достигается исключением из рассмотрения той части модели, которая была признана менее существенной. При использовании менее структуризованных и более абстрактных моделей осуществляется переход к математическим структурам, которые хотя и более абстрактны, но тем не менее позволяют рассматривать систему в целом (однако на менее детализированном уровне). В этом случае упрощение достигается не исключением из рассмотрения некоторых переменных, а за счет отказа от деталей, которые были признаны несущественными.

Первый подход в монографии [15] иллюстрируется таким примером: дифференциальное уравнение пятого по-

рядка может быть заменено дифференциальным уравнением второго порядка при сохранении лишь двух «доминирующих» канонических переменных системы. Второй подход может быть (с известной долей условности) проиллюстрирован примером замены функции многих переменных несколькими первыми членами ее разложения в ряд. При этом хотя и осуществляется переход от одной математической структуры к другой, однако число рассматриваемых переменных не изменяется.

Таким образом, переход к менее структуризованным и более абстрактным экономико-математическим моделям открывает возможность учитывать основные стохастические аспекты формирования и развития отраслевых систем (хотя и за счет меньшей детализации).

2. Классификация планов и различные подходы к планированию. Аспекты внедрения

Как отмечалось выше, наличие многообразных внешних и внутренних случайных факторов, оказывающих влияние на развитие отраслевых систем, обуславливает необходимость отражения их в комплексе экономико-математических моделей. Лишь в этом случае комплекс моделей может быть достаточно адекватным реальному процессу развития отраслевых систем. Вместе с тем задачи внедрения экономико-математических моделей оптимального перспективного планирования требуют согласования этих моделей с реально сложившейся технологией перспективного планирования.

Процедура планирования (в той или иной форме) сопутствует практически любой сфере деятельности. Могут быть отмечены такие планы, как экономические, производственные, социальные, народного образования, учебные и т. п. Экономические планы можно классифицировать с различных точек зрения. Прежде всего, целесообразна их классификация в соответствии с иерархическим уровнем объектов, развитие и функционирование которых планируется: предприятие, объединение, отрасль народного хозяйства, отраслевая система, народное хозяйство в целом.

Везде в дальнейшем, если это не будет специально оговариваться, в качестве объектов планирования рассматри-

ваются отраслевые системы. При планировании их развития в основном используются двухуровневые системы моделей, в которых на нижнем уровне в качестве объекта планирования выступают предприятия или объединения, а на верхнем — рассматриваемая отраслевая система. В отдельных случаях используются трехуровневые системы моделей, где объектами планирования на нижнем уровне выступают предприятия или объединения, на среднем — отрасли народного хозяйства, а на верхнем уровне — отраслевая система.

Кроме того, в соответствии с рассматриваемыми продолжительностями периодов планирования принята классификация планов на оперативные, текущие и перспективные.

В дальнейшем будут рассматриваться в основном перспективные планы развития отраслевых систем, а в отдельных, специально оговариваемых случаях — прогнозы развития отраслевых систем.

Естественно, что перспективные планы развития отраслевых систем не могут рассматриваться изолированно, вне их народнохозяйственных, отраслевых и временных взаимосвязей.

Связи перспективных планов развития отраслевых систем с перспективными планами развития народного хозяйства в целом могут быть подразделены на прямые и обратные. Формирование и реализация этих связей необходимы для организации итерационной процедуры по согласованию перспективных планов развития отраслевых систем и народного хозяйства в целом. Под прямыми связями будем понимать ту информацию, которой перспективные планы развития отраслевых систем должны обеспечивать перспективные планы развития народного хозяйства в целом. При реализации обратных связей перспективные планы развития отраслевых систем получают, например, информацию о выделяемых капитальных вложениях, о поставках внесистемных ресурсов и т. д. Кроме того, обратная связь может содержать информацию об изменении целей развития отраслевой системы (как по срокам достижения конечных результатов, так и по намечаемым объемам выпуска продукции). Изменение целей развития какой-либо отраслевой системы может обуславливаться комплексом различных случайных факторов как народнохозяйственного, так и

стратегического, внешнеполитического характера и т. п.

Весьма затруднительно привести пример такой отраслевой системы, которая обладала бы свойством абсолютной замкнутости, и это свойство должно рассматриваться как предельный случай. Пусть в рассматриваемую отраслевую систему входят объекты n различных отраслей народного хозяйства. Обозначим через m_i количество функционирующих и планируемых предприятий i -й отрасли, входящих в рассматриваемую отраслевую систему, а через μ_i — общее число функционирующих и планируемых предприятий той же отрасли народного хозяйства.

Если выполняется условие

$$m_i = \mu_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (1.1)$$

то назовем рассматриваемую отраслевую систему обладающей свойством абсолютной отраслевой замкнутости.

Если хотя бы для одного $k \in [1, n]$ выполняется условие

$$m_k = \mu_k, \quad (1.2)$$

но при этом найдется хотя бы одно $l \in [1, n]$, для которого выполняется условие

$$m_l < \mu_l, \quad (1.3)$$

то такую отраслевую систему будем считать обладающей свойством относительной отраслевой замкнутости.

Наконец, если для рассматриваемой отраслевой системы выполняется условие

$$m_i < \mu_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (1.4)$$

то такую отраслевую систему будем называть открытой.

Необходимо отметить, что формируемые отраслевые системы, как правило, являются открытыми и лишь за редкими исключениями могут встречаться отраслевые системы, обладающие свойством относительной отраслевой замкнутости.

Если в рассматриваемую отраслевую систему входят объекты какой-либо s -й отрасли народного хозяйства, для которой выполняется условие

$$m_s = \mu_s, \quad (1.5)$$

т. е. эта отраслевая система обладает свойством замкнутости, то нет необходимости специально формировать

перспективный план развития s -й отрасли народного хозяйства. Этот перспективный план будет автоматически сформирован при оптимизации перспективного плана развития рассматриваемой отраслевой системы.

Если в рассматриваемую отраслевую систему входят объекты какой-либо r -й отрасли народного хозяйства, для которой выполняется условие

$$m_r < \mu_r, \quad (1.6)$$

т. е. эта отраслевая система является открытой или обладает свойством относительной отраслевой замкнутости, то возникает специальная проблема согласования перспективного плана развития рассматриваемой отраслевой системы и перспективного плана развития r -й отрасли народного хозяйства.

Обеспечение временных взаимосвязей перспективного плана развития отраслевой системы, с одной стороны, обуславливает необходимость учета прогноза развития рассматриваемой отраслевой системы, а с другой — оказывает влияние на составление текущих планов развития и функционирования этой системы.

Следуя предложенной в [17] классификации, подходы к формированию перспективных планов развития больших экономических систем можно подразделить на три вида: традиционный, детерминистски-оптимальный и вероятностно-адаптивный.

Традиционный подход к планированию определен в [17] как «удовлетворенчество» и в [8] — как «приемлемое планирование». Приемлемые планы — это традиционно сложившиеся к настоящему времени виды планов в народном хозяйстве, составляемые, как правило, без применения экономико-математических методов и ЭВМ или при эпизодическом (и, что более существенно, несистемном) их использовании.

При традиционном подходе к составлению планов возможно и регулярное использование ЭВМ. Но они в этом случае применяются для автоматизации каких-либо рутинных операций, и их использование не вносит качественных изменений в технологию планирования.

Как отмечается в [8], типичным при традиционном подходе является планирование от «возможностей» и от «достигнутого уровня» с учетом так называемого «естественного роста». При этом, как правило, не рассматрива-

ется необходимость достижения неск(же и формируется постановка новых целей, то редко учитываются и анализируются альтернативные пути их достижения.

Далее, в случае, когда составлению плана традиционными методами предшествует прогноз, он почти всегда разрабатывается в единственном варианте. Между тем влияние различных случайных факторов на развитие рассматриваемой экономической системы обуславливает необходимость многовариантного подхода как к составлению прогноза, так и к формированию перспективного плана.

При традиционном подходе к планированию в основном преобладают инерционные тенденции: деятельность, связанная с анализом и устранением прошлых негативных явлений и просчетов, часто идет в ущерб анализу перспектив и оценке будущих возможностей.

К недостаткам традиционного подхода к планированию следует отнести и то, что организационные проблемы, как правило, не рассматриваются. В связи с этим при постановке новых целей и задач не организационные структуры настраиваются на их достижение, а при старых организационных структурах стремятся достичь новых целей и получить решение новых задач. Отсюда существенные трудности возникают при решении именно тех народнохозяйственных проблем, которые имеют межотраслевой характер.

Детерминистски-оптимальный подход в планировании является качественно новым этапом по сравнению с традиционным подходом. В большинстве случаев он обеспечивает значительный экономический эффект.

При оптимальном планировании получают не просто приемлемые или допустимые варианты планов, а наилучшие относительно принятого способа их оценки. При этом широко используются экономико-математические методы и ЭВМ, позволяющие выбирать варьируемые показатели плана из условий экстремума принятой меры его эффективности (например, минимизация суммарных приведенных затрат, максимизация выпуска продукции и т. д.).

Наиболее широкое и эффективное применение оптимальные методы получили в отраслевом планировании. В настоящее время отраслевые оптимизационные модели

разработаны более чем в 40 отраслях народного хозяйства. Накопленный теоретический потенциал, а также опыт решения практических задач по составлению оптимальных отраслевых перспективных планов отражены в многочисленных публикациях и обобщены в ряде методических руководств (см., например, [18; 19]).

Однако оптимальному планированию присущ и ряд недостатков. Основные из них следующие:

- преимущественно детерминистский подход к планированию, не учитывающий влияния случайных факторов. Этим обстоятельством обусловлено то, что экономикоматематические модели, используемые в оптимальном планировании, в подавляющем большинстве являются детерминированными;

- практический отказ от решения тех проблем планирования, которые в настоящее время не могут быть математически формализованы;

- отказ от анализа и совершенствования организационных структур (как и при традиционном подходе);

- не всегда активное участие разработчиков экономикоматематических моделей в их реализации и т. д.

К недостаткам оптимального планирования, затруднявшим в какой-то мере внедрение экономикоматематических моделей, следует отнести и априорное положение о непустоте области допустимых решений. Информация же, реально представляемая при составлении перспективных отраслевых планов, часто бывает такой, что она исключает существование области допустимых решений. В связи с этим поиску оптимального решения должен предшествовать анализ существования области допустимых решений. Причем такой анализ малоэффективен, если он показывает лишь отсутствие области допустимых решений, но не позволяет осуществить такую оперативную корректировку исходной информации, чтобы она приводила к возникновению области допустимых решений. Поэтому в последнее время стали создаваться диалоговые информационные системы. Организация диалогового режима между пользователем и ЭВМ служит эффективным инструментом корректировки исходной информации.

Принцип нахождения области допустимых решений в диалоговом режиме может быть проиллюстрирован с помощью следующей несложной геометрической интерпре-