

Редакционная коллегия:

Н. П. Федоренко — главный редактор, А. Г. Аганбегян, Н. П. Бусленко,
В. А. Волконский, Е. Г. Гольштейн — зам. главного редактора,
Ф. Г. Гурвич, А. Н. Ефимов, Л. В. Канторович, А. Л. Лурье,
Б. Н. Михалевский — зам. главного редактора, А. А. Модин,
Н. Н. Некрасов, В. В. Новожилов, Я. А. Обломский,
Ю. А. Олейник-Овод, М. Е. Раковский, Т. В. Рябушкин, Б. П. Суворов,
Б. С. Фомин — ответственный секретарь, Ю. И. Черняк, Е. И. Яковлев

ОБ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Одними из наиболее часто решаемых на макроуровне практических задач оптимального планирования являются задачи перспективного развития и размещения производства. Как указывалось в Отчетном докладе ЦК КПСС XXIII съезду, «для нашего огромного государства с его самыми разнообразными природными условиями и неравномерной плотностью населения приобретает большое экономическое и политическое значение вопрос о правильном размещении производительных сил».

В настоящее время при решении этих задач нередко ошибки и просчеты методологического характера. Это связано главным образом с неправильным, недостаточным или нечетким пониманием вопросов и принципов оптимального планирования.

Между тем принципы и методы оптимального планирования всегда позволяют выбрать лучший вариант развития или текущей деятельности. Это означает, следовательно, что неиспользование этих принципов может привести к выбору заведомо худшего варианта, к понижению эффективности общественного производства.

Таким образом, очевидна необходимость формулирования и специализации принципов оптимального планирования развития и размещения производства. С этой целью ЦЭМИ АН СССР, ИЭ и ОПП СО АН СССР и СОПС при Госплане СССР при участии ведущих специалистов ряда других организаций и учреждений (Госплана СССР, ИЭ АН СССР, СЭИ СО АН СССР, ИКТП при Госплане СССР и др.) разработали «Основные положения оптимального планирования развития и размещения производства» (М.-Исб., «Наука», 1968), в которых обобщены результаты теоретических исследований и опыт решения практических задач в этой области.

В Основных положениях, предназначенных для плановых органов, научно-исследовательских, проектных и хозяйственных организаций, отражены наиболее общие, главным образом методологические вопросы оптимального планирования развития и размещения производства. Разумеется, решая конкретные задачи, следует учитывать специфику рассматриваемых хозяйственных объектов; поэтому необходима творческая разработка на базе Основных положений соответствующих частных методик оптимального планирования.

В Основных положениях использованы рекомендации «Типовой методики определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР», которые в необходимых случаях модифицированы с учетом как общих теоретических положений оптимального планирования, так и специфических особенностей, возникающих при планировании развития больших и сложных хозяйственных комплексов с применением экономико-математических методов.

Следует отметить, что рассматриваемые в Основных положениях принципы оптимального планирования применимы при разработке плановых решений для отдельных звеньев народного хозяйства различных уров-

ней, за исключением народного хозяйства в целом. Эти звенья могут включать хозяйственные объекты (производственная установка, цех, предприятие, группа предприятий) одной отрасли или комплекса отраслей, транспортные средства, а также потребителей вырабатываемой продукции, причем указанные объекты могут быть расположены в пределах некоторого района, группы районов (не обязательно смежных) или всей страны*.

Процесс разработки оптимального плана развития и размещения производства состоит из нескольких этапов. Сначала определяется круг решаемых проблем и искомых результатов, комплекс входящих в рассматриваемую систему объектов и ее связи с народным хозяйством (т. е. система локализуется), а также период планирования. Затем выбирается постановка экстремальной задачи в зависимости от характера решаемых проблем, специфики оптимизируемой системы, длительности периода планирования и т. д., устанавливается критерий оптимальности и соответствующая ему целевая функция, определяются возможные варианты развития отдельных объектов системы — перспектив расширения или модернизации действующих предприятий, допустимых пунктов строительства новых предприятий и вспомогательных объектов системы, существующих и прогнозируемых вариантов технологии и т. д. Далее формулируются условия, в которых осуществляется деятельность всей рассматриваемой системы и отдельных ее объектов, включая внешние и внутренние ее связи; производится формализация задачи, т. е. описываются условия деятельности системы и целевой функции в виде экономико-математической модели; подготавливается исходная информация, определяющая численные значения параметров экономико-математической модели. На заключительных этапах возникающие экстремальные задачи отыскания лучшего варианта развития системы решаются с использованием методов математического программирования и ЭВМ, анализируются полученные результаты и, наконец, принимаются плановые решения.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА И ВАЖНЕЙШИЕ ТИПЫ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

В Основных положениях указывается, что при оптимизации системы следует стремиться к обоснованному ее выделению из более общего комплекса, частью которого она является, и включать в нее те смежные звенья народного хозяйства, связи с которыми наиболее сильны или наименее предсказуемы. Это значит, что на основе предварительного анализа отыскиваются такие границы системы, при расширении которых ее оптимальный план не должен существенно измениться. Вместе с тем выделенная система может рассматриваться и оптимизироваться как совокупность взаимосвязанных подсистем, так что рассматриваемая экстремальная задача будет решаться как многоступенчатая.

Оптимальным вариантом развития и размещения системы считается такой вариант расширения или модернизации существующих и строительства новых хозяйственных объектов, выбора объема и ассортимента выпускаемой и реализуемой продукции и применяемых технологических способов производства, а также перевозок и использования продукции (с учетом внешнеторговых связей), при котором в течение некоторого рассматриваемого периода выполняются необходимые условия деятельности системы, а значение целевой функции достигает экстремума.

* Для простоты описания в любом из указанных случаев рассматриваемая совокупность объектов называется «оптимизируемой системой» или просто «системой».

Критерием оптимальности плана развития отдельных звеньев народного хозяйства является максимум народнохозяйственной эффективности. В реальных условиях, в зависимости от специфики решаемых задач, конкретной формой выражения этого критерия могут быть максимум прибыли или минимум затрат.

При любой постановке задачи внешние для рассматриваемой системы ресурсы рекомендуется учитывать по оценкам, возможно более соответствующим народнохозяйственному оптимуму. Аналогичные оценки должны использоваться и для выпускаемой и реализуемой продукции при постановке задач на максимум прибыли.

При постановке на максимум прибыли значение целевой функции представляет собой разность между доходом от реализации выпускаемой продукции и затратами на ее выпуск, транспортировку и использование. Важная особенность постановки задач на максимум прибыли состоит в том, что могут сравниваться варианты деятельности системы, различающиеся как по затратам, так и по результатам — объему, структуре и динамике выпуска продукции. При рассматриваемой постановке должны быть введены ограничения на использование данной системой внешних ресурсов многоцелевого назначения (капитальные вложения, трудовые ресурсы, дефицитные материалы, универсальное оборудование и т. д.).

При постановке на минимум затрат значение целевой функции представляет собой общую сумму затрат на выпуск, транспортировку и использование продукции. При этой постановке спрос на продукцию, вырабатываемую системой, предполагается известным и подлежащим обязательному удовлетворению (с учетом взаимозаменяемости разных видов продукции у потребителей). В случае необходимости могут быть дополнительно учтены и ограничения на использование дефицитных ресурсов.

В конкретных случаях при выборе критерия оптимизации системы нужно стремиться к возможно более полному учету рассмотренных выше условий корректной постановки задач и руководствоваться сравнительной надежностью прогнозов цен реализации продукции и оценок ресурсов, прогнозов спроса и ограничений на потребление дефицитных ресурсов.

В основных положениях отмечается, что в существующих в настоящее время условиях постановка задач на максимум прибыли целесообразна в тех случаях, когда размеры спроса на продукцию существенно зависят от цен ее реализации, а также когда необходимо определить ассортиментную структуру производства, причем прогнозы цен или показателей сравнительной эффективности продуктов считаются достаточно надежными (более надежны, чем прогнозы спроса).

Постановка задач на минимум затрат признается целесообразной в тех случаях, когда спрос на продукцию практически не зависит от цен реализации и подлежит обязательному удовлетворению, реализационные цены продуктов не могут быть установлены к моменту решения задачи или не считаются достаточно надежными, а также когда прогнозы лимитов на ресурсы для данной системы менее надежны, чем прогнозы спроса.

В настоящее время более распространена постановка на минимум затрат.

Рассмотренные выше критерии оптимизации не исключают использования в некоторых случаях таких частных критериев, как максимум выпуска отдельных продуктов или их комплектных наборов.

Оптимальный вариант развития системы выбирается из числа тех вариантов, которые являются допустимыми, т. е. удовлетворяют установленным для системы ограничениям.

Эти ограничения в общем случае должны отображать:

а) исходное состояние системы (например, производственные мощности существующих предприятий);

б) возможность использования данной системой дефицитных ресурсов — сырья и материалов, энергоресурсов, определенных видов оборудования, природных и трудовых ресурсов, денежных средств и т. д.;

в) спрос на продукцию, подлежащий безусловному удовлетворению, и другие условия реализации продукции (взаимозаменяемость продуктов, емкость рынка при разных уровнях реализационных цен и т. д.);

г) связи между объектами системы;

д) связи между последовательными во времени состояниями одного и того же объекта;

е) условия транспортировки сырья, материалов и готовой продукции.

Состав ограничений в конкретных условиях определяется с учетом специфики рассматриваемой системы и решаемой задачи.

При формировании ограничений используются нормы расхода сырья, материалов, топлива и энергии, оборудования, труда и других ресурсов, характеризующие применяемому и ожидаемую (практически достижимую в течение периода планирования) технологию производства.

Длительность периода планирования — периода, для которого устанавливаются ограничения, рекомендуется принимать в большинстве случаев в пределах 10—15 лет. Ограничения, в зависимости от их характера, устанавливаются для отдельных лет или для всего периода планирования.

Независимо от постановки задачи, экономические показатели целевой функции (доход, затраты, прибыль) в общем случае рекомендуется исчислять как интегральные*, т. е. суммарные за ряд лет. Интегральные показатели для всех объектов системы исчисляются за один и тот же период — период планирования.

Наряду с этим могут использоваться годовые показатели, которые исчисляются (см. следующий раздел) как среднегодовые взвешенные по формуле (3) или по формулам (4) и (7).

В Основных положениях период, принимаемый во внимание при исчислении среднегодовых показателей отдельного объекта, называется расчетным сроком. Расчетный срок включает годы строительства и некоторое число лет эксплуатации объекта. В зависимости от особенностей рассматриваемой системы и ожидаемых сроков эксплуатации объектов, расчетный срок может приниматься равным:

а) предполагаемому сроку службы объекта, если технико-экономические показатели объекта достаточно достоверны для всего периода эксплуатации;

б) периоду надежного прогноза показателей, если этот период меньше предполагаемого срока службы объекта.

Таким образом, для разных объектов системы расчетные сроки могут быть неодинаковыми.

Значения экономических показателей для отдельных лет должны определяться на основе изменяющихся во времени оценок используемых ресурсов и выпускаемой продукции, характеризующих неодинаковую значимость для народного хозяйства поступления и затрат ресурсов и продуктов в разные моменты времени. Однако, ввиду отсутствия достоверных данных о динамике изменения оценок, экономические показатели разных лет соизмеряются во времени умножением на коэффициенты дисконтирования B_t , исчисляемые по формуле (1):

$$B_t = (1 + E)^{-t}, \quad (1)$$

где a — год, к которому приводится значение экономического показателя

* Способ исчисления этих показателей приводится в следующем разделе (см. формулы (8) и (9)).

(год приведения), единый для всех объектов системы; t — рассматриваемый год; E — норма эффективности, значение которой в настоящее время может быть принято равным 0,15.

Если экономические показатели приводятся к первому году некоторого периода, то B_t приобретают смысл «коэффициентов отдаленности», исчисляемых по формуле (2):

$$B_t = \frac{1}{(1 + E)^{t-1}}, \quad (2)$$

где t — порядковый номер года в рассматриваемом периоде.

Выбор года приведения не влияет на результаты сравнения различных плановых вариантов.

Особо отмечается в Основных положениях то, что в общем случае задачи оптимального планирования развития и размещения производства должны ставиться как динамические.

При динамической постановке допустимость варианта развития системы проверяется (в рамках единой задачи) для всех лет или ряда характерных моментов времени периода планирования. Важное значение в этих условиях приобретают ограничения, отображающие связи между последовательными во времени состояниями одного и того же объекта. Экономические показатели целевой функции в таких задачах исчисляются только как интегральные.

Информационные, а иногда и вычислительные трудности, связанные с динамической постановкой и разработкой соответствующих технико-экономических показателей для многих лет, в ряде случаев приводят к необходимости упрощенной постановки практических задач как статических. При такой постановке состояние системы рассматривается для условий некоторого фиксированного года и может считаться постоянным во времени. Экономические показатели целевой функции в статических задачах исчисляются как годовые. При значительных изменениях экономических показателей и объемов деятельности отдельных объектов по годам предпочтительно использование среднегодовых взвешенных величин.

В Основных положениях выделяются четыре признака, с учетом которых конкретные задачи можно относить к тому или иному типу.

Первый признак — способ задания вариантов деятельности отдельных объектов системы, в соответствии с которыми выделяются задачи с дискретными и непрерывными переменными.

В задачах с дискретными переменными на основе предварительного технико-экономического анализа заранее формируется некоторое конечное число возможных вариантов ввода мощностей и специализации каждого из производственных объектов системы, причем считается, что любой из вариантов либо целиком входит в план, либо полностью исключается из плана. Затраты устанавливаются только для этих вариантов.

В задачах с непрерывными переменными рассматриваются не отдельные варианты развития объектов, а допустимые диапазоны или области изменения их параметров. Техничко-экономические показатели вариантов формируются в процессе решения задачи на основе некоторых известных закономерностей, например, нелинейной зависимости затрат от масштабов производства.

Второй признак — степень влияния транспортного фактора. В соответствии с ним выделяются производственные и производственно-транспортные задачи. К последним относятся такие задачи, в которых, в отличие от производственных задач, при выборе оптимального плана развития и размещения системы необходимо учитывать затраты не только на про-

изводство, но и на перевозку сырья, полуфабрикатов и готовой продукции между объектами системы.

Третий признак — способ отображения возможных транспортных связей, в соответствии с чем различаются матричные и сетевые постановки производственно-транспортных задач.

При матричной постановке заранее составляются рациональные маршруты связей между поставщиками и потребителями, и для этих маршрутов определяются суммарные транспортные затраты.

При сетевой постановке учитывается и используется только первичная информация об отдельных участках транспортной сети, число которых сравнительно невелико. Затраты для тех или иных маршрутов определяются непосредственно в процессе решения задачи.

Четвертый признак связан с возможностью расчленения системы на достаточно обособленные подсистемы, в соответствии с чем задачи подразделяются на одноступенчатые и многоступенчатые.

Постановка и решение задач оптимального развития и размещения производства в общем случае позволяет, как отмечается в Основных положениях, в комплексе определять:

- размещение, размеры и специализацию предприятий,
- темпы развития системы и отдельных ее объектов,
- технологию производства,
- ассортимент выпускаемой продукции и объем выпуска каждого из продуктов,
- удовлетворение спроса различных потребителей,
- транспортные связи,
- использование системой капитальных вложений и других ресурсов с распределением во времени,
- систему оценок на те виды ресурсов, которые используются только рассматриваемой системой (специфические виды сырья, мощности специализированных технологических установок) или отдельными ее объектами, а также внешних ресурсов многоцелевого назначения, ограниченное количество которых выделено данной системе (капитальные вложения, трудовые ресурсы, универсальное оборудование и др.),
- систему оценок на выпускаемую и реализуемую продукцию, которые могут быть использованы при ценообразовании.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В Основных положениях указывается, что характер и объем необходимой исходной информации определяется постановкой задачи. Так, при постановке задач оптимального планирования на минимум затрат используются данные о следующих основных показателях:

- фиксированный спрос на вырабатываемую продукцию в целом по стране или с территориальным его распределением;
- максимально допустимые объемы производства на проектируемых предприятиях и типовые мощности предприятий;
- динамика изменения объемов деятельности (выпуска продукции, объемов перевозок и т. д.);
- лимитированные ресурсы, выделяемые оптимизируемой системе — капитальные вложения, трудовые ресурсы, отдельные виды сырья и т. д.;
- капитальные и текущие затраты, необходимые для отдельных объектов системы при различных вариантах их развития.

При постановке задач на максимум прибыли дополнительно может потребоваться информация о спросе на продукцию при различных ценах реализации.

Для вычисления фиксированного спроса могут применяться два основных метода:

— прямой расчет на основе известных объемов деятельности отдельных потребителей и нормативов расхода ими продукции оптимизируемой системы; данных о внешней торговле; нормативов личного потребления;

— расчет на основе экстраполяции фактических данных в их непосредственном или скорректированном виде.

На способ исчисления экономических показателей целевой функции и на состав этих показателей влияют размеры и сложность рассматриваемых систем и их объектов; характер задачи и особенности ее постановки; значимость ошибок, вносимых в оценку и сравнение вариантов принятием тех или иных допущений, в сопоставлении с требуемой надежностью результатов; трудоемкость разработки и достоверность исходной информации, а также ее точность, обусловленная размером ожидаемого эффекта.

Чем выше ожидаемый эффект, тем более сложный и точный метод исчисления экономических показателей может и должен применяться.

В основных положениях описывается лишь исчисление показателей затрат (или дохода) для каждого варианта на основе имеющейся информации, а не способы формирования информации. При этом рассматриваются только достаточно простые методы расчета экономических показателей.

Среднегодовые взвешенные затраты на единицу выпускаемой продукции вычисляются по формуле (3):

$$Z_i = \left[\sum_{t=1}^{T_{p,i}} (K_{ti} + C_{ti}) B_t \right] : \sum_{t=1}^{T_{p,i}} X_{ti} B_t,$$

где i — индекс объекта (или варианта его развития); Z_i — среднегодовые взвешенные затраты на единицу продукции по i -му объекту, одинаковые для всех лет расчетного срока; K_{ti} — капитальные затраты i -го года по i -му объекту; C_{ti} — текущие затраты t -го года по i -му объекту; X_{ti} — выпуск продукта в t -м году по i -му объекту; $T_{p,i}$ — длительность расчетного срока для i -го объекта; B_t — коэффициент дисконтирования, исчисленный согласно формулам (1) или (2).

Экономические показатели использования продукции у потребителей также могут исчисляться по формуле (3); при этом X_{ti} означает объем использования продукта в t -м году у i -го потребителя.

Формула (3) выводится исходя из следующего принципа. Пусть требуется найти такие затраты Z_i на единицу выпускаемой продукции, одинаковые для всех лет расчетного срока, при использовании которых в каждом году интегральная сумма дисконтированных затрат за расчетный срок будет равна интегральной сумме дисконтированных капитальных и текущих затрат за этот же период.

Это значит, что должно выполняться следующее равенство:

$$\sum_{t=1}^{T_{p,i}} X_{ti} Z_i B_t = \sum_{t=1}^{T_{p,i}} (K_{ti} + C_{ti}) B_t,$$

где $X_{ti} Z_i$ — затраты t -го года по i -му объекту, рассчитанные на основе средних затрат Z_i ; $X_{ti} Z_i B_t$ — эта же величина после дисконтирования.

Ввиду постоянства Z_i эту величину можно вынести за знак суммирования:

$$Z_i \sum_{t=1}^{T_{p,i}} X_{ti} B_t = \sum_{t=1}^{T_{p,i}} (K_{ti} + C_{ti}) B_t,$$

откуда следует формула (3).

Наряду с приведенными выше формальными соображениями, дисконтирование показателей выпуска продукции в формуле (3) объяснимо и с экономической точки зрения. Оно отображает неодинаковую значимость для народного хозяйства не только затрат, но и продукции, вырабатываемой в различные моменты времени.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что в формуле (3) дисконтируются как капитальные, так и текущие затраты, и существенным является не отнесение затрат к той или иной категории, а лишь их разновременность.

Важным преимуществом среднегодовых взвешенных показателей, обуславливающим целесообразность их применения в статических задачах, является их устойчивость при изменении длительности расчетного срока или динамики выпуска продукции. Этим свойством не обладают другие возможные показатели:

интегральные затраты в расчете на выпуск единицы продукции в фиксированном (контрольном) году, т. е.
$$\left[\sum_{t=1}^{T_{p,i}} (K_{ti} + C_{ti}) B_t \right] : X_{t_0,i},$$
 где

$X_{t_0,i}$ — выпуск продукта в фиксированном t_0 -м году;

интегральные затраты в расчете на выпуск единицы продукции в течение расчетного срока, т. е.
$$\left[\sum_{t=1}^{T_{p,i}} (K_{ti} + C_{ti}) B_t \right] : \sum_{t=1}^{T_{p,i}} X_{ti}.$$

Так, при сравнении двух объектов по одному из этих показателей возможны ситуации, в которых предпочтение будет отдано объекту с экономическими показателями, худшими во всех отношениях. При этом худший объект может оказаться выбранным, например из-за того, что в некоторые отдаленные годы для него был предусмотрен, обоснованно или необоснованно, более высокий объем производства.

Если технико-экономические показатели деятельности объекта (выпуск продукции, текущие затраты на единицу продукции) могут считаться постоянными во времени, а капитальные затраты завершаются в году, предшествующем первому году эксплуатации объекта, годовые показатели исчисляются по формуле (4):

$$Z_i = C_i + EK_{\text{полн}, i}, \quad (4)$$

где C_i — текущие затраты i -го объекта, постоянные во времени; $K_{\text{полн}, i}$ — «полные» капитальные затраты для i -го объекта т. е. затраты, приведенные к последнему году строительства с учетом их разновременности.

В свою очередь $K_{\text{полн}, i}$ исчисляются по формуле (5):

$$K_{\text{полн}, i} = K_i \sum_{\tau=1}^{T_{\text{стр}, i}} \delta_{\tau i} (1 + E)^{T_{\text{стр}, i} - \tau}, \quad (5)$$

где K_i — общая сумма капитальных затрат по i -му объекту; $\delta_{\tau i}$ — часть (в долях единицы) общей суммы капиталовложений K_i , приходящейся на τ -й год строительства; $T_{\text{стр}, i}$ — срок строительства i -го объекта. Если K_i и C_i определены на единицу продукции, то Z_i в формуле (4) представляет собой удельные затраты.

Описанный метод применим и в тех случаях, когда капитальные затраты необходимы не только в период строительства, но и в период эксплуатации объекта. Полные капитальные затраты для i -го объекта $K_{\text{полн}, i}$ в

этом случае вычисляются по формуле (6):

$$K_{\text{полн}, i} = K_i \sum_{\tau=1}^{T_{\text{стр}, i} + T_{\text{эк}, i}} \delta_{\tau i} (1 + E)^{T_{\text{стр}, i} - \tau}, \quad (6)$$

где $T_{\text{эк}, i}$ — период эксплуатации i -го объекта, в течение которого необходимы капитальные затраты.

При этом K_i включает как стоимость строительства, так и капитальные затраты в течение периода эксплуатации. Соответственно $\delta_{\tau i}$ — часть общей суммы капиталовложений, приходящаяся на τ -й год периода общей длительностью $(T_{\text{стр}, i} + T_{\text{эк}, i})$ лет.

Если дополнительно к условиям, учтенным в формуле (4), можно принять, что капитальные затраты осуществляются в течение одного года, годовые показатели исчисляются по формуле (7):

$$Z_i = C_i + EK_i. \quad (7)$$

Формулы (4) или (7) можно рассматривать как частные случаи формулы (3) для ситуаций, характеризуемых указанными условиями. Таким образом, сторонники оценки затрат по формулам (4) или (7) одновременно признают и предположения, используемые при построении формулы (3) — дисконтирование с помощью коэффициентов B_i капитальных и текущих затрат и объемов выпуска продукции.

Отметим еще одно обстоятельство.

При рассмотрении коэффициентов дисконтирования указывалось, что если год приведения — первый год периода, эти коэффициенты приобретают смысл «коэффициентов отдаленности». Вообще говоря, такое применение коэффициентов наиболее четко отражает суть дела: мы пытаемся установить, какую ценность в данный момент времени представляют для нас затраты или поступления ресурсов и продуктов в каком-то отдаленном году.

Вместе с тем в формулах (5) и (6) предлагается приводить капитальные затраты к последнему году строительства.

Противоречия здесь нет. Если имеются какие-то рассредоточенные во времени затраты (например, капитальные вложения), их можно вначале сосредоточить в любом промежуточном году, а затем вновь дисконтировать их уже к окончательному году приведения — скажем, первому году периода планирования.

Интегральные затраты в общем случае исчисляются по формуле (8):

$$Z_{\text{инт}, i} = Z_i \sum_{t=1}^{T_{\text{пл}}} X_{ti} B_t, \quad (8)$$

где $Z_{\text{инт}, i}$ — интегральные затраты в целом по i -му объекту (или варианту развития); Z_i — среднегодовые взвешенные показатели, исчисленные по формуле (3), или удельные годовые показатели, исчисленные по формулам (4) или (7); $T_{\text{пл}}$ — длительность периода планирования для рассматриваемой системы.

При таком подходе для объектов, значительная часть срока эксплуатации которых находится за пределами периода планирования, в интегральные затраты включаются не все капитальные затраты, а лишь некоторая их часть, соответствующая доле этого периода в общем сроке эксплуатации.

Если же расчетный срок для i -го объекта заканчивается не позже последнего года периода планирования, для расчета интегральных показате-

телей применима упрощенная формула (9):

$$Z_{\text{пт}, i} = \sum_{t=1}^{T_{\text{пл}}} (K_{ti} + C_{ti}) B_t. \quad (9)$$

При этом предварительного исчисления годовых показателей не требуется.

При постановке задачи на максимум прибыли цены реализации определяются с помощью методов, аналогичных описанным выше (см. формулы (3), (4), (7)). Так, при существенном изменении цен и объемов реализации среднегодовая взвешенная цена реализации исчисляется по формуле (10):

$$U_s = \frac{\sum_{t=1}^{T_{p,s}} U_{ts} Y_{ts} B_t}{\sum_{t=1}^{T_{p,s}} Y_{ts} B_t} \quad (10)$$

где U_s — среднегодовая взвешенная цена реализации единицы продукта в s -м пункте потребления; U_{ts} — цена реализации единицы продукта в t -м году в s -м пункте потребления; Y_{ts} — объем реализации продукта в t -м году в s -м пункте потребления; $T_{p,s}$ — длительность расчетного срока для s -го пункта потребления.

Если затраты исчисляются по формулам (4) или (7), цены реализации считаются постоянными во времени.

При определении экономических показателей для отдельных объектов и для системы в целом учитываются и сравниваются лишь будущие затраты ресурсов и доходы от выпуска и реализации продукции в течение расчетного срока. Затраты, произведенные до начала периода планирования, не учитываются; принимаются во внимание лишь созданные мощности или заделы. Таким образом, при исчислении затрат по формулам (3) — (7) и (9) все капитальные вложения, произведенные до начала периода планирования, не учитываются*.

Подход к учету амортизационных отчислений определяется постановкой задачи и используемым методом исчисления показателей затрат. При этом соблюдается общий принцип недопустимости повторного учета одних и тех же расходов в капитальных вложениях и текущих затратах.

Амортизационные отчисления на реновацию включаются в состав текущих затрат:

а) при исчислении годовых затрат по формулам (4) или (7) для объектов, вводимых в течение периода планирования;

б) при исчислении годовых затрат по формулам (4) или (7) для объектов, созданных до начала периода планирования — в случаях, когда предполагаемый срок службы объекта заканчивается раньше, чем период планирования, причем считается, что взамен выбывающего должен создаваться точно такой же новый объект, с теми же технико-экономическими показателями;

* Прошлые капиталовложения учитываются в тех случаях, когда соответствующие основные фонды (заказанное или поставленное оборудование, здания и сооружения) могут быть использованы вне рассматриваемой системы.

в) при исчислении интегральных затрат по формуле (8), с использованием годовых показателей, рассчитанных по формулам (4) или (7), при наличии условий, указанных в п. а) и б).

В остальных случаях амортизационные отчисления на реновацию в состав текущих затрат не включаются. Объясняется это следующим. Амортизационные отчисления предназначены не для покрытия прошлых, а для финансирования будущих капиталовложений, и поэтому, в общем случае, не должны учитываться при экономической оценке решения, принимаемого в настоящий момент.

Отступление от этого правила, указанное в п. б), вызвано сделанным допущением о необходимости создания заменяющего нового объекта, т. е. допущением об обязательно принимаемом будущем решении. Так, пусть в статической задаче период планирования заканчивается в 1980 г., а ранее созданный объект выходит из строя в 1975 г. Тогда этот объект не может явиться предметом рассмотрения в контрольном 1980 г., если только взамен него после 1975 г. не создается другой объект — причем точно с такими же технико-экономическими показателями, иначе ранее созданный объект бессмысленно сравнивать с другими объектами.

Что касается вновь создаваемых объектов, вводимых в течение периода планирования, то для них $C_{ам, i}$, исчисляемые по формуле (11), по своему экономическому содержанию не являются амортизационными отчислениями, а лишь отражают разновременность капитальных и текущих затрат. Правда, в случае использования формул (4) или (7) $C_{ам, i}$ численно равны тем амортизационным отчислениям, которые пришлось бы включить в состав текущих затрат для финансирования последующего воссоздания точно такого же объекта. Однако при использовании более сложных расчетных формул это численное равенство перестает соблюдаться.

Амортизационные отчисления на реновацию в общем случае исчисляются по формуле (11):

$$C_{ам, i} = (K_{полн, i} - K_{л, i}) \frac{E}{(1 + E)^{T_{сл, i}} - 1}, \quad (11)$$

где $C_{ам, i}$ — ежегодные амортизационные отчисления на реновацию по i -му объекту, одинаковые для всех лет; $K_{л, i}$ — ликвидационная стоимость объекта по истечении срока службы; $T_{сл, i}$ — предполагаемый срок службы объекта по i -му варианту.

При этом за $T_{сл, i}$ принимается меньшая из двух величин — физический срок службы или ожидаемый срок морального износа.

В частном случае (см. формулу (7)) вместо $K_{полн, i}$ учитывается K_i . При включении амортизационных отчислений по ранее созданным объектам (см. пп. б) и в)) в формуле (11) вместо $K_{полн, i}$ или K_i используется F_i , где F_i — восстановительная стоимость объекта без учета его физического износа.

Затраты на капитальный ремонт учитываются в составе производственных затрат во всех случаях. Способ их учета может быть двояким: либо в виде амортизационных отчислений в составе текущих затрат, либо в виде непосредственных затрат на ремонт в составе капитальных вложений. Первый способ применяется при исчислении затрат по формулам (4) или (7). При использовании формул (3) или (9) может применяться любой из указанных способов.

Продемонстрируем на условном примере применение приведенных выше формул.

Пусть расчетный срок для некоторого объекта принят равным 6 годам, причем продукция выпускается в течение 3 последних лет этого периода.

Строительство объекта длится 3 года; в году 5 расчетного срока необходимы дополнительные капиталовложения. Показатели деятельности объекта приведены в табл. 1; здесь C_{ti} — общая сумма текущих затрат (на весь объем производства) рассматриваемого i -го объекта без включения амортизационных отчислений на реновацию. Будем также считать, что капитального ремонта для данного объекта не требуется.

Таблица 1

t	K_{ti} , млн. руб.	C_{ti} , млн. руб.	X_{ti} , тыс. штук
1	28,0	—	—
2	45,0	—	—
3	15,0	—	—
4	—	20,0	8
5	17,0	19,5	9
6	—	19,0	10
Итого	105,0	58,5	27

Таблица 2

t	B_t	$K_{ti} + C_{ti}$	$\frac{(K_{ti} + C_{ti})}{B_t}$	$X_{ti} B_t$
1	1,0	28,0	28,0	—
2	0,8696	45,0	39,13	—
3	0,7561	15,0	11,34	—
4	0,6575	20,0	13,15	5,260
5	0,5718	36,5	20,87	5,146
6	0,4972	19,0	9,45	4,972
Итого		163,5	121,94	15,378

Для исчисления коэффициентов отдаленности B_t необходимо задаться значением E ; примем $E = 0,15$.

Начнем с исчисления среднегодовых взвешенных затрат. Расчеты представим в виде табл. 2.

Согласно формуле (3),

$$Z_i = \frac{121,94}{15,378} = 7,93 \text{ тыс. руб./шт.}$$

В рассматриваемом условном примере предусмотрены капитальные вложения на втором году эксплуатации. Соответственно, при исчислении годовых издержек по формуле (4) для расчета $K_{\text{полн}, i}$ следует пользоваться формулой (6), которую в данном случае удобно несколько модифицировать: внести K_i под знак суммирования и вместо $K_i \delta_{ti}$ непосредственно использовать K_{ti} , приведенные в табл. 1. Таким образом,

$$\begin{aligned} K_{\text{полн}, i} &= 28,0 \times 1,15^{3-1} + 45,0 \times 1,15^{3-2} + 15,0 \times 1,15^{3-3} + 17,0 \times 1,15^{3-5} = \\ &= 28,0 \times 1,3225 + 45,0 \times 1,15 + 15,0 \times 1,0 + 17,0 \times 0,7561 = \\ &= 116,63 \text{ млн. руб.} \end{aligned}$$

Далее, исчислим амортизационные отчисления по формуле (11); в данном примере они нужны, так как рассматриваемый объект строится в течение периода планирования, для чего и предусмотрены капиталовложения. Примем, что срок службы объекта $T_{\text{сл}, i} = 3$ годам, а ликвидационная стоимость равна нулю*. Тогда

$$C_{\text{ам}, i} = 116,63 \times \frac{0,15}{1,15^3 - 1} = 116,63 \times \frac{0,15}{1,5209 - 1} = 33,57 \text{ млн. руб.}$$

Для того чтобы можно было пользоваться формулой (4), необходимо постоянство во времени X_i и C_i ; условно будем считать, что в годы 4, 5 и

* Столь малый срок службы крупного объекта принят исключительно с целью сокращения объема иллюстративных расчетов.

требности в ней на единицу или будет потреблять дополнительную единицу ресурса.

Оценки должны устанавливаться для таких дефицитных ресурсов многоцелевого назначения, как природные ресурсы, трудовые ресурсы, оборудование и материалы, топливо и энергия, транспортные средства и т. д.

Оценку получают такие виды природных ресурсов, как земельные участки, водные ресурсы, месторождения полезных ископаемых и т. п. Размер оценки зависит от степени дефицитности ресурса в целом по стране и в рассматриваемом районе. Это относится и к ресурсам, воспроизводство которых затруднено, так как требует длительного времени или значительных средств.

При оценке трудовых ресурсов необходимо, наряду с заработной платой, по возможности полнее учитывать следующие затраты:

— на подготовку специалистов различной квалификации, включая затраты на высшее и среднее специальное образование;

— на перемещение рабочей силы;

— на строительство и эксплуатацию объектов непроизводственной сферы (жилые дома, культурно-бытовые, медицинские, торговые и другие учреждения и т. д.), в той мере, в какой они обусловлены рассматриваемым вариантом развития системы.

Транспортные затраты определяются с учетом характера решаемой задачи и располагаемой информации о загрузке транспорта:

а) при неполной информации (в подавляющем большинстве случаев, как, например, решение отдельных отраслевых задач) — как среднегодовые взвешенные предстоящие затраты транспорта, исчисляемые по формуле, аналогичной (3);

б) при полной информации — как предельное приращение транспортных затрат при перевозке данного груза в рассматриваемом направлении.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕШЕНИЯ

В Основных положениях отмечается, что в настоящее время оптимальные планы развития и размещения производства разрабатываются только для отдельных звеньев народного хозяйства. Отсутствие оптимального плана развития экономики в целом вынуждает решать экстремальные задачи изолированно, при несовершенных ценах, показателях спроса и т. д. В этих условиях оптимальное планирование понимается как процесс последовательного приближения к народнохозяйственному оптимуму.

При оптимизации локальных систем в целях наибольшего приближения к народнохозяйственному оптимуму используются различные способы частичного устранения влияния перечисленных недостатков:

— в экстремальной задаче учитывается вероятностный характер параметров деятельности системы;

— для согласования с развитием смежных систем и народного хозяйства в целом в локальную задачу включаются соответствующие ограничения, а вместо существующих показателей затрат и цен продуктов при определении коэффициентов целевой функции используются оценки, взятые из решения экстремальных задач для более высоких и смежных звеньев народного хозяйства или исчисленные приближенно;

— по возможности организуется итеративный (многошаговый) процесс оптимизационных расчетов со взаимным согласованием планов для отдельных систем и хозяйственных звеньев разного уровня;

— варианты планов, получаемые в ходе итеративных расчетов, и окончательные результаты решения, до принятия на их основе хозяйственных

рекомендаций, подвергаются экономико-математическому анализу, включающему как традиционные методы экономического и статистического анализа, так и методы, основанные на использовании математического программирования.

Экономико-математический анализ есть один из важнейших аспектов оптимального планирования. Он используется на всех стадиях процесса разработки плана. Так, анализ применяется для:

— проверки адекватности постановки задачи реальным условиям развития системы (правомерности принимаемых допущений);

— проверки полноты и достоверности исходной информации ее корректировки и дополнения;

— изучения процесса формирования оптимума и значимости отдельных условий, а также (при необходимости) изменения модели и методов решения задачи;

— проверки устойчивости полученных результатов в связи с принятием плановых решений.

Для большей надежности принимаемых рекомендаций определяется устойчивость оптимального плана при варьировании постановки, исходной экономической информации и ограничений задачи. При этом выявляются объекты системы, входящие во все варианты плана. Решения по таким объектам рекомендуются для практической реализации в первую очередь. В отношении объектов, вошедших не во все варианты плана, должен проводиться дополнительный анализ.

Особо тщательно анализируется целесообразность закрытия существующих предприятий, не вошедших в полученный план. При этом должны всесторонне учитываться экономические, социальные и другие последствия закрытия действующих предприятий.

Во многих случаях целесообразно получать не единственный, а несколько вариантов плана, близких к вероятному оптимуму, из которых в дальнейшем можно было бы выбрать окончательный вариант плана рассматриваемой системы при уточнении исходных данных и согласовании ее развития с развитием смежных систем.

Экономико-математический анализ позволяет определить относительную эффективность объектов системы и способов их функционирования, как вошедших, так и не вошедших в рассматриваемый вариант плана. Важным средством анализа являются дополнительные показатели, получаемые в результате решения экстремальной задачи — оценки оптимального плана.

Оценка оптимального плана задачи линейного программирования, соответствующая некоторому ограничению, характеризует изменение экстремального значения целевой функции задачи при малом изменении этого ограничения. В зависимости от вида ограничения, различаются оценки объектов, ресурсов и продуктов. Так, например, при постановке задачи на минимум затрат оценка ресурса характеризует снижение затрат при увеличении ресурса на единицу.

Использование оценок вполне правомерно лишь в пределах их устойчивости, которые определяются в процессе экономико-математического анализа.

Оценки объектов, ресурсов и продуктов и другие дополнительные показатели, получаемые вместе с оптимальным планом, имеют значение не только на стадии анализа и принятия планового решения, но и при необходимости оперативного изменения плана в процессе его реализации.

Оптимальное планирование развития и размещения производства — непрерывный процесс. Полученный в результате решения и анализа оптимальный вариант развития системы используется для принятия лишь пер-

воочередных хозяйственных решений, осуществляемых немедленно или в ближайшем будущем. Показатели оптимального варианта, характеризующие дальнейшие этапы развития в течение периода планирования, рассматриваются как прогноз, по возможности подлежащий уточнению на основе скорректированной исходной информации по мере наступления сроков принятия очередных решений.

* * *

Таково принципиальное содержание Основных положений оптимального планирования развития и размещения производства.

Кроме того, в Приложениях I и II к Основным положениям приведены экономико-математические модели некоторых типовых задач оптимального развития и размещения производства, а также принципы определения капитальных затрат.

К указаниям и рекомендациям, содержащимся в Основных положениях, не следует, конечно, относиться как к безусловной догме. Ведь теория и практика оптимального планирования развиваются бурными темпами, и некоторые указания, правильные для сегодняшнего дня, завтра могут устареть. В связи с этим в Основных положениях подчеркивается их временный характер и необходимость их уточнения по мере дальнейшего совершенствования системы планирования народного хозяйства, развития теории и накопления опыта. В этом смысле Основные положения следует считать некоторым «ограничением снизу» на качество исследований в этой области.

Понятно, что Основные положения могут быть использованы не только при постановке и решении задач оптимального развития и размещения производства, но и при других, не столь масштабных, технико-экономических расчетах.

Таким образом, Основные положения призваны стать важным методологическим документом о применении принципов оптимального планирования развития и размещения производства при подготовке и принятии плановых решений.

