

Оптимизация планов производства/Лычагин М. В.,  
Маркова В. Д., Мироносецкий И. Б. и др.—Ново-  
сибирск: Наука, 1987.

В книге описан опыт разработки и практического использования  
комплекса оптимизации планов производства для трех групп  
предприятий: машиностроения, микроэнергетики и малых предпри-  
ятий. Рассмотрены вопросы использования моделей в интерактивном  
режиме с развитым диалоговым обеспечением, организации на  
этой базе деловых игр.

Книга рассчитана на руководителей предприятий, экономистов  
и математиков, занимающихся вопросами управления промышлен-  
ным производством.

Авторы: М. В. Лычагин, В. Д. Маркова, И. Б. Мироносец-  
кий (руководитель коллектива), В. Г. Горшков, В. П. Дара-  
гин, В. М. Левченко, Ю. А. Поляков, В. С. Подкопаев,  
Б. В. Прилепский, В. И. Несрев

Рецензенты В. А. Бажанов, В. П. Суворов

О 0604020102—826  
042(02)—87 68—87—II

© Издательство «Наука», 1987 г.

Полная электронная копия издания расположена по адресу:

[http://lib.ieie.su/docs/2000before/Optimizaciya\\_Planov\\_Proizvodstva-1987.pdf](http://lib.ieie.su/docs/2000before/Optimizaciya_Planov_Proizvodstva-1987.pdf)

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЭКОНОМИКИ И ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

### § 1.1. ПРОБЛЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РАЗВЕРТЫВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Основным источником интенсификации общественного производства является научно-технический прогресс. Поэтому закономерно, что его ускорению сейчас уделяется большое внимание. Подтверждением тому служат материалы съездов КПСС и пленумов ЦК КПСС, постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР. М. С. Горбачев отмечает: «В любом крупном деле, за которое бралась партия, она всегда выявляла звено, ухватившись за которое можно вытянуть всю цепь. Сегодня таким звеном, позволяющим добиться решающего перелома в интенсификации хозяйства, повышении темпов экономического и социального развития страны, является существенное ускорение научно-технического прогресса»<sup>1</sup>.

Акад. А. Г. Аганбегян выделяет три взаимосвязанные стороны современной научно-технической революции: интеграцию науки, техники и производства; коренные преобразования во всей сфере образования и подготовки кадров; кардинальные изменения в области управления — широкое использование в управлении научных методов и перевод системы управления на новую техническую базу, прежде всего использование электронно-вычислительной и информационной техники<sup>2</sup>. Взаимосвязь и взаимодействие этих сторон, как нам представляется, должны усиливаться вместе с развертыванием научно-технической революции, когда с объективной необходимостью должен совершаться переход от «еволюционного научно-технического прогресса» — совершенствования уже имеющейся техники и технологии, что обеспечивает рост производительности труда лишь на проценты, к «революционному», который характеризуется более высоким уровнем технологии, базирующейся на системе машин и технике нового поколения<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Горбачев М. С. Живое творчество народа.— М.: Политиздат, 1984.— С. 21.

<sup>2</sup> Аганбегян А. Г. Управление социалистическими предприятиями: Вопросы теории и практики.— М.: Экономика, 1979.— С. 54.

<sup>3</sup> См.: Аганбегян А. Г. Ускорение научно-технического прогресса — главный фактор интенсификации//Революционизирующая роль новых технологий в повышении эффективности производства.— Новосибирск: изд. ИЭиОПП СО АН СССР, 1984.— С. 3.

Качественные преобразования, связанные с применением новых технологий, по мнению акад. А. Г. Аганбегяна, имеют следующие закономерности.

1. Новые технологические системы обладают целостностью, охватывающей производственный процесс от начала до конца, в том числе вспомогательные и обслуживающие работы. Изолированный подход, применение самых новых и самых совершенных отдельных машин без целостного преобразования технологической системы мало что дают.

2. Наибольший экономический эффект достигается при переходе к малооперационным технологиям. Они, как правило, обеспечивают сокращение всех затрат, и высокую надежность, и самые благоприятные условия для комплексной автоматизации, для широкого применения современной электроники.

3. Силая современной технологии с электроникой — важная закономерность развития новейших технологических систем.

4. Переход к целостным технологическим системам требует и более высокой организации дела, предъявляет повышенные требования к знаниям и умениям работников, к системе управления. Таким образом, складываются целостные технолого-экономические системы все более высокого уровня.

Оценивая эти новые системы, надо учитывать затраты живого труда, используемые фонды, капиталовложения, топливо и сырье. Причем учет должен производиться не с отраслевых позиций, а с точки зрения народнохозяйственной эффективности<sup>4</sup>.

Вот некоторые примеры подобных прогрессивных технологий применительно к машиностроению.

Лазерная технология дает более чем двойной выигрыш по основным показателям известных процессов или позволяет реализовать совершенно новые операции. Что касается расхода обрабатываемых материалов при их резке, то он в 3—5 раз меньше, чем при других методах.

Замена неэкономичных видов стальных отливок на сварные конструкции сберегает до 25 процентов металла.

В литьевом производстве внедрение вакуумно-пленочной формовки уменьшает энергоемкость отливок на 20—40%, снижает себестоимость литьих заготовок на 15—30%. Улучшаются санитарно-гигиенические условия труда, а потребность в кадрах литьевиков сокращается в полтора — два раза<sup>5</sup>.

Исследование закономерностей функционирования малооперационных технологических систем, проведенное в ИЭиОПП СО АН СССР, показало, что полное освоение новой малооперационной системы обеспечивает рост производительности труда в 18—20 раз по сравнению с исходным уровнем традиционной технологии.

<sup>4</sup> См.: Аганбегян А. Г. Ускорение научно-технического прогресса — главный фактор интенсификации // Революционизирующая роль новых технологий в повышении эффективности производства. — Новосибирск: изд. ИЭиОПП СО АН СССР, 1984. — С. 4.

<sup>5</sup> Прогрессивные технологии в машиностроении // Экон. газ. — 1985. № 14. — С. 2.

ческой системы, снижение капитальных вложений на 25—40%, себестоимости — на 20—25 %.

Таким образом, использование революционных технологий является реальным потенциальным источником существенного ускорения научно-технического прогресса. Вместе с тем эта задача, как составная часть общей задачи интенсификации экономики, охватывает научно-технические, организационно-экономические, социально-политические, образовательно-кадровые проблемы. Как представляется, не последнее место среди них займет совершенствование планирования производства в основных звеньях промышленности — производственных объединениях и предприятиях. В чем же суть данной проблемы?

Повышение уровня плановой работы всегда рассматривалось как важнейшее направление совершенствования управления социалистической экономикой. Это относится ко всем уровням производства, в том числе и к уровню самостоятельных хозяйственных организаций. Возрастающие масштабы и сложность народнохозяйственных связей, высокий динамизм экономики, расширяющиеся возможности решения экономических задач их многовариантность — все это предъявляет новые требования к системе хозяйственного управления, и прежде всего к планированию. Эти требования достаточно подробно освещены экономической литературе: ориентация на достижение конечных народнохозяйственных результатов, устойчивая сбалансированность, всемерный учет фактора времени, перспективный подход, комплексность, оптимальность, восприимчивость к изменениям, социальный подход. Поскольку старые технологии управления, опирающиеся на преимущественно «ручной» способ переработки информации, с каждым годом все в меньшей степени отвечают перечисленным требованиям, является закономерным быстрое развитие новых управленческих технологий, базирующихся на широком использовании экономико-математических методов и вычислительной техники.

Термин «технология» все шире используется в сфере информации и управления. Например, «технология обработки данных — совокупность способов, средств и процессов, предназначенных для

<sup>5</sup> На первом этапе — становления собственно технологической системы со всем набором процессов, операций и техники — производительность труда в сравнении с традиционной системой увеличивается в 2,5—3,0 раза, удельные капитальныеложения снижаются на 20—35%, себестоимость — на 15—20%, т. е. эффективность системы примерно такая же, как у систем комплексной механизации с автоматическим управлением. На втором этапе за счет повышения надежности всего технологического процесса и отдельных его узлов, блоков, машин производительность труда увеличивается в 5—7 раз относительно исходного уровня, несколько меньше, чем на первом этапе, снижаются удельные капиталовложения и себестоимость. На третьем этапе развивается автоматизированное управление высоконадежной технологической системой и осуществляется переход к автоматическому управлению. Это сопровождается ростом производительности труда в 2,5—3 раза, стабилизацией фондоемкости и относительно небольшим снижением себестоимости (см.: Мучник В. С., Голланд Э. Б. Экономические проблемы современного научно-технического прогресса. — Новосибирск: Наука, 1984. — С. 36—37).

переработки информации путем преобразования ее знаковых носителей<sup>7</sup>; «технология планирования» как «совокупность сведений, способов, средств и алгоритмов, а также процессов переработки отчетной и плановой информации, зафиксированной на специальных взаимообусловливающих и взаимодополняющих носителях (в формах плановой документации)<sup>8</sup>; «технология автоформализации профессиональных знаний» как ключевое решение «информационной технологии» 80-х годов<sup>9</sup>.

Технологии материального производства играли и будут играть первостепенную роль в его непрерывном совершенствовании. Но если XVII и начало XVIII столетия Норберт Винер охарактеризовал как «век часов», а конец XVIII и все XIX столетие называл «веком паровых машин», то настоящее время, по его мнению, «есть век связи и управления»<sup>10</sup>. На страницах научной литературы все чаще встречаются мнение, что информацию «с полным основанием можно назвать и рассматривать как один из видов производственных ресурсов, ценность которого непрерывно возрастает»<sup>11</sup>. А некоторые авторы считают, что «образработка информации — ключевой сектор общественного производства»<sup>12</sup>, «...эффективность работы производственно-хозяйственных организаций... в современных условиях нередко в большей степени зависит от рациональных методов и технологических процессов обработки данных, чем от технологии самого производства»<sup>13</sup>. Поэтому закономерен интерес, проявляемый к информационным технологиям и их обновлению.

Если подходить к информации как к другим видам производственных ресурсов типа материалов и энергии, то можно по-новому взглянуть на ряд вопросов совершенствования управления. И прежде всего управления промышленным предприятием.

Для новых технологических систем характерна целостность, охватывающая производственного процесса от начала до конца, включая исполнительные и обслуживающие работы. По-видимому, эта же характеристика должна быть присуща и информационной технологии, наделенной на существенное повышение эффективности управления. Наблюдается ли подобная целостность при выполнении плановых расчетов на предприятии? Пока еще нет. И вот почему.

Информационная технология, если попытаться представить ее в виде некоторой целостной системы, должна охватывать не только ввод информации, а все этапы: сбор, передачу, переработку, хранение

<sup>7</sup> Математика и кибернетика в экономике: Словарь-справочник.— М.: Экономика, 1975.— С. 580.

<sup>8</sup> Кузнецов В. В. Модельное обеспечение технологии плановых расчетов.— Новосибирск: Наука, 1980.— С. 66.

<sup>9</sup> Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы: Проблемы промышленной эксплуатации.— М.: Наука, 1984.— С. 223.

<sup>10</sup> Винер Н. Кибернетика.— М.: Сов. радио, 1958.— С. 56.

<sup>11</sup> Тычков Ю. Н. Информационные системы управления промышленным предприятием.— Новосибирск: Наука, 1982.— С. 30.

<sup>12</sup> Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы.— С. 27.

<sup>13</sup> Экономико-организационные основы создания систем обработки данных.— М.: Статистика, 1978.— С. 6.

иление и использование. К настоящему времени вышло в свет достаточно много работ, в которых рассматриваются проблемы управления предприятием, в том числе и вопросы разработки годовых планов. Однако в подавляющем большинстве случаев в центре внимания находится переработка информации при помощи тех или иных экономико-математических моделей и вычислительных средств и остаются в тени вопросы сбора и передачи требуемой и качественной информации и использования результатов расчетов. В итоге не обеспечиваются широта и эффективность применения более прогрессивной технологии планирования.

Второй закономерностью революционизирующих технологий является малооперационность. Для иллюстрации приведем пример технологий ввода информации в ЭВМ, каждую из которых можно рассматривать как подсистему в системе информационной технологии.

Рассмотрим четыре основные технологические схемы ввода данных в ЭВМ<sup>14</sup>.

1. На вход поступает первичный информационный документ, который в результате первичной аналитической обработки преобразуется во вторичный информационный документ на бумажном носителе. Последний перфорируется на двух перфографах — основном и контрольном — и после исправления ошибок перфокарты (перфоленты) передаются оператору, который вводит данные в ЭВМ. Затем с помощью специальных программных средств производится контроль данных и возврат на исправление вторичных информационных документов, которые не прошли контроля. Это так называемая «перфокарточная» технология.

2. Вторичный информационный документ изготавливается на бумажном носителе и передается оператору, который по определенным правилам набирает изображение документа на экране дисплея, контролирует правильность набора и вводит информацию в ЭВМ. Если вторичный информационный документ не проходит программного контроля, то он возвращается либо в группу первичной аналитической обработки, либо оператору дисплея.

3. Персонал, осуществляющий первичную аналитическую обработку, все свои «записи» ведет непосредственно на дисплее, что исключает необходимость составления вторичного информационного документа на бумажном носителе и выполнения последующих операций с ним. Составленный на экране дисплея и проконтролированный исполнителем вторичный информационный документ вводится в ЭВМ.

4. Вторичный информационный документ изготавливается на особом бланке с помощью специального печатающего устройства и передается оператору, который закладывает его в читающий автомат. Последний считывает информацию и вводит ее в ЭВМ или записывает на магнитный носитель.

<sup>14</sup> См.: Овчаров П. А., Селетков С. Н. Автоматизированные банки данных.— М.: Финансы и статистика, 1982; Автоматизированные информационные системы.— М.: Наука, 1982.— С. 239.

Суммарная производительность ввода по двум последним схемам в 3—4 раза выше по сравнению с первой и в 2—3 раза — по сравнению со второй схемой. Кроме небольшой производительности, для первой схемы характерны низкая надежность перфорационного оборудования, устройств ввода и вывода перфокарт ЭВМ, большой расход дефектной высококачественной бумаги.

Третья закономерность — сплав технологии с электроникой. «Микропроцессорная революция» породила новые технологические решения в сфере управления: 1) рассредоточение машинного «интеллекта» до нижнего уровня блоков, узлов и отдельных деталей специализированных систем контроля и управления с целью повышения их эффективности и расширения функциональных возможностей; 2) активное включение formalизованных профессиональных знаний в производственный процесс благодаря персональным компьютерам<sup>15</sup>. Без электроники немыслимы и новые средства связи, устройства ввода информации в виде читающих автоматов и т. д.

Четвертая закономерность — более высокая организация дела, повышение требований к знаниям и умелости работников, к системе управления. Здесь много различных аспектов: обеспечение высокой надежности и достаточной загрузки технических средств, наличие возможностей вычислительной техники и перестройка — в необходимых случаях — общей схемы документооборота на предприятии, изменение форм выходных документов, добавление или удаление реквизитов документов и т. п. Но главное, пожалуй, заключается в необходимости такой перестройки организационных структур управления, систем планирования и экономического стимулирования, т. е. всего механизма хозяйствования, чтобы обеспечить ускоренное освоение новых, высокоэффективных технологий — как в сфере материального производства, так и управленческих. В качестве примера можно привести развитие новой управленческой технологии, базирующейся на применении оптимизационных методов.

Как отмечают многие исследователи, в настоящее время наблюдается значительный разрыв между потенциальной эффективностью методов оптимизации плана и эффективностью, достигаемой на практике. Причины подобного явления условно можно разделить на две группы. Одна из них имеет, если можно так выразиться, «внутренний характер» и связана с повышением степени адекватности моделей, с совершенствованием информационного обеспечения, обучением конечных пользователей и т. п. (эти причины будут более подробно рассмотрены ниже). Вторая группа причин связана с недостатками хозяйственного механизма. Они хорошо видны, если сопоставить новые требования, предъявляемые к системе управления, с реальное функционирование последней.

Рассмотрим такое важнейшее требование к плану, как ориентация на достижение конечных народнохозяйственных результатов.

<sup>15</sup> См.: Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы... — С. 106—107.

Оно заключается в том, что развитие и совершенствование производства должно быть подчинено прежде всего более полному удовлетворению потребностей народного хозяйства и населения в продукции соответствующего вида. И исторически сложилось так, что центр тяжести разработки планов находится не на уровне основного звена — объединений и предприятий, а на более высоких уровнях управления. «Госплан сейчас планирует примерно 4 тыс. укрупненных позиций продукции в натуральном выражении. Министерства детализируют планируемую номенклатуру до 40—50 тыс. позиций. Госснаб, распределяя фонды и загружая мощности, осуществляет разнарядку примерно по 1 млн. позиций специфицированной номенклатуры<sup>16</sup>. Причем сложность этой огромной работы растет быстрее, чем технические возможности для ее проведения на уровне, обеспечивающим должную степень согласованности решений. И поэтому нет ничего удивительного в том, что на страницах печати регулярно появляются сообщения о нехватке одних товаров и перепроизводстве других. Попытка улучшить согласованность решений в области производства и снабжения по столь детальной номенклатуре путем опережающего представления заявок на ресурсы (в апреле — мае года, предшествующего плановому) не только не решает, но, пожалуй, усугубляет ситуацию: заявки завышаются; какая-то часть производимой продукции оказывается ненужной; отсутствие гибкой системы перераспределения продукции и недостаточное развитие складской формы снабжения способствуют накоплению сверхнормативных запасов и, как следствие этого, ухудшается финансовое состояние предприятий и т. д.

Вопросы достижения необходимой стабилизированности усложняются под влиянием научно-технического прогресса. Достаточно сопоставить несколько цифр: время удвоения объема накопленных научных знаний составляет уже 2—3 года<sup>17</sup>, время от подачи заявок на ресурсы (при действующей системе их распределения) до начала и конца планируемого года — соответственно 0,75—1,75 года, т. е. неопределенность при подаче заявок на ресурсы составляет достаточно большую величину уже к началу планового года. Особенно это скажется на тех товарах производства, которые связаны с электроникой. Но так как сплав технологии с электроникой — одна из важных закономерностей развития новейших технологических систем, то по мере обновления производства будет возрастать и неопределенность, обусловленная быстрым научно-техническим прогрессом вообще и в электронной промышленности в частности.

В экономической литературе неоднократно высказывалось мнение, что «естественным» условием развития хозяйственного механизма... служит все та же активизация товарно-денежных отношений на основе расширения экономической самостоятельности первичных звеньев общественного производства. Располагая правом выбо-

<sup>16</sup> Федоренко И. П. Планирование и управление: каким им быть? // Экономика и организация промышленного производства. — 1984. — № 12. — С. 7.

<sup>17</sup> Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы... — С. 18.

ра номенклатуры производимой ими продукции, эти звенья могут намного лучше учитывать многообразие и изменчивость потребительских нужд, чем это в состоянии сделать директивные инстанции»<sup>18</sup>. И представляется очень важным то, что крупномасштабный экономический эксперимент, проводимый с 1984 г. в ряде отраслей промышленности, направлен прежде всего на расширение экономической самостоятельности предприятий в различных областях деятельности, в том числе и планировании.

В тесной связи с затронутыми вопросами находится и так называемая практика «планирования от достигнутого», которая уже неоднократно подвергалась критике. Если предприятие вполне выявляет свои резервы (а это становится возможным во многом благодаря именно использованию методов оптимизации) и соответственно примет более напряженный план, то естественно, что на следующий год эти резервы будут меньше, причем выявление и использование глубоко лежащих резервов потребует большего напряжения сил. В результате, если развитие производства в последующем году будет происходить за счет более полного использования резервов, а не за счет дополнительного расширения производства, т. е. за счет интенсивных факторов, темп роста объемных показателей в плановом году закономерно уменьшится. Подобное уменьшение объемных показателей во многих случаях будет происходить и при расширении выпуска новой, менее материоемкой и трудоемкой продукции. Поэтому «планирование от достигнутого» есть и будет тормозом на пути этих направлений интенсификации, препятствием для заинтересованного применения методов оптимизации в практике планирования.

Если ответственность за детальное планирование производства и поставок берут на себя центральные и отраслевые органы управления, то ответственность предприятий за проведение этой работы уменьшается и, естественно, меньше становится потребность в использовании методов, позволяющих рассчитывать и анализировать многочисленные варианты планов. И наоборот, чем шире самостоятельность предприятий в вопросах производства и поставок продукции и выше их экономическая ответственность за правильность принимаемых технико-экономических решений, тем более необходимы представляются мощные экономико-математические инструменты для обоснования планов. И тем большие требования будут предъявляться со стороны предприятий к качеству подобных инструментов. Поэтому наблюдаемые тенденции в области совершенствования хозяйственного механизма дают основания сделать вывод о перспективности работ по применению экономико-математических

методов и вычислительной техники для планирования деятельности предприятий.

Следует отметить, что расширение сферы применения и совершенствование коллективных форм организации труда, в свою очередь, также требуют совершенствования планирования на предприятиях, т. е. поиск новых подходов к решению парадоксальных экономических вопросов осуществляется не только сверху, но и снизу. В 1984–1985 гг. по инициативе Новосибирского обкома КПСС в Новосибирской области проводился социально-экономический эксперимент по применению коллективного подряда на предприятиях промышленности, транспорта, сельского хозяйства, который, несмотря на региональный масштаб, имеет всесоюзное значение. Цель этого эксперимента заключалась в повышении эффективности работы объединений, предприятий различных отраслей за счет внедрения бригадного подряда в коллективах участков, отделений, цехов и других структурных подразделений. По условиям эксперимента производственно-хозяйственная деятельность подрядного коллектива осуществляется на основе утвержденных плановых заданий по объему производства, производительности труда (снижение трудоемкости), качеству продукции, экономии материальных затрат и на принципах хозяйственного расчета. Взаимоотношения подрядного коллектива (бригады, цеха) с администрацией предприятия регламентируются договором, в соответствии с которым коллектива берет на себя обязательство выполнить в заданные сроки определенный объем работ. Этот план строго обосновывается. В настоящее время в области увеличивается число бригад, участков, работающих по такому принципу, однако нет ни одного предприятия, где бы все работающие были охвачены коллективным подрядом. Это объясняется — наряду с недостаточной проработанностью социальных проблем, вопросом формирования бригад, и распределения заработка и т. д. — несовершенством системы планирования работы предприятия. Планы предприятий зачастую не сбалансированы с производственными мощностями и материальными ресурсами, нестабильны и подвергаются частым корректировкам. А это, в свою очередь, отрицательно оказывается на сбалансированности и стабильности планов отдельных подразделений и служит распространению передовых коллективных форм организации труда.

Необходимость и возможность эффективного применения экономико-математических методов на уровне предприятия неодинакова для разных этапов планирования. Очевидно, что чем больше плановый период, тем большее значение для выбора обоснованных плановых решений имеет мнение отраслевых и центральных органов управления. Для выработки стратегических решений, безусловно, потребуются и соответствующие модели деятельности предприятий. Но эти модели и расчеты по ним будут использованы в АСПР, ОАСУ и других АСУ «верхнего уровня»<sup>19</sup>. Чем короче плановый

<sup>18</sup> Карагедов Р. Г. О направлениях совершенствования хозяйственного механизма//Известия СО АН СССР. Сер. экономики и прикладной социологии.—1984.—№ 1. вып. 1—С. 29; см. также: Казакевич Д. М. Очерки теории социалистической экономики.—Новосибирск: Наука, 1980; Федоренко Н. П. Планирование и управление: какими им быть?//Экономика и организация промышленного производства.—1984.—№ 12.—С. 3—20.

<sup>19</sup> См., например: Макаров В. Л., Марпак В. Д. Модели оптимального функционирования отраслевых систем.—М.: Экономика, 1979; Кузнецов С. А., Макаров В. Л., Марпак В. Д. Информационная база перспективного планирования в ОАСУ.—М.: Экономика, 1982.

период, тем важнее проведение расчетов планов в рамках первичного звена. Вряд ли можно провести в области планирования четкий «водораздел» между обязанностями АСУ предприятия и ОАСУ. Ведь многое будет зависеть от отраслевых особенностей, уровня развития соответствующей АСУ и т. п. Но, как нам представляется, во многих случаях ведущая роль в разработке годовых и оперативных планов должна принадлежать предприятиям, а в разработке пятилетних и других перспективных планов — вышестоящим органам управления. Подобное соотношение централизованного и демократического начал в хозяйственном управлении было намечено еще в июльском (1979 г.) постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР, но оно пока не получило должной реализации в хозяйственной практике.

Таким образом, важность применения экономико-математических методов и вычислительной техники для расчетов годовых, квартальных и других оперативных планов в рамках АСУ производственным объединением (предприятием) не только не уменьшается, но и возрастает. И отмеченные выше факторы, усиливающие управление, могут служить дополнительными аргументами, усиливающими значимость этих методов. А поскольку именно производство обуславливает силу действия усложняющих факторов, то вопросы совершенствования управления производством в первую очередь требуют решения.

Примат «производственных» аспектов ни в коей мере не уменьшает роли других сторон деятельности предприятия: финансовой, социальной и пр. С какого бы «узла проблем» ни начать исследование, все равно методологически правильный подход должен быть комплексным, по возможности системным. Но только разбравшись в вопросах планирования производства, можно надеяться на успешность решения других проблем деятельности предприятия.

## § 1.2. ТЕХНОЛОГИИ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Технологии планирования являются составной частью множества управленческих технологий. Применительно к условиям первичного звена управления народного хозяйства и исходя из требований, предъявляемых к системе управления, все технологии планирования должны представлять собой «технологии оптимизации плановых решений». При этом «оптимизацию», как нам представляется, следует понимать в широком смысле, не только как нахождение оптимального решения некоторой задачи математического программирования, но прежде всего как процесс поиска наилучших плановых решений при помощи комплекса экономико-математических методов (в число которых, безусловно, войдет и линейное программирование) и вычислительной техники. К этому процессу будет относиться также определение наиболее эффективных вариантов формирования информационной базы для проведения плановых расчетов, способов генерирования моделей и повышения степени их соответствия реальному объекту, путей использования результатов расчетов и т. п.

Следует отметить, что такое понимание термина «оптимизация» существенно расширяет множество возможных альтернатив при создании технологий планирования на предприятии. Например, учет возможностей реализации плана предполагает соединение в едином комплексе двух моделей: расчета плана и его выполнения. Это позволяет повысить обоснованность планового решения благодаря более полному учету реальных факторов, но вместе с тем существенно увеличивает затраты на сбор исходной информации для расчетов по модели выполнения плана. Последний момент может оказывать противоположное влияние на обоснованность плана из-за роста числа ошибок в исходной информации и ее устаревания. Диалоговые же системы, как правило, могут служить эффективным средством многоцелевого назначения: для ускорения и облегчения адаптации моделей и программного обеспечения, проведения деловых игр по разработке реальных планов, обучения конечных пользователей и т. д. Однако для окончательного решения вопросов совершенствования технологии выработки плановых решений требуется более полный учет конкретных условий.

Вместе с тем любая технология планирования (а тем более планирование производства, и преимущественно в рамках годового плана) представляет собой подсистему в комплексе вопросов управления предприятием. И поэтому в настоящей работе сделана попытка создания таких технологий планирования производства, которые как можно лучше вписывались бы в систему новых перспективных управленческих технологий.

Типовая методика разработки техпромфинплана производственного объединения (комбината), предприятия определяет техпромфинплан как «развернутую программу всей производственной, хозяйственной и социальной деятельности коллектива производственного объединения (комбината), предприятия, направленную на выполнение заданий пятилетнего плана при наиболее полном и рациональном использовании материальных, трудовых, финансовых и природных ресурсов»<sup>20</sup>. Видно, что уже сама постановка задачи ориентирует на анализ не одного, а нескольких вариантов плана для того, чтобы обеспечить выход на задания пятилетнего плана и рациональное использование ресурсов И, как известно, именно моногородицтво является предпосылкой для оптимизации плана.

В соответствии с Типовой методикой техпромфинплана предприятие должно содержать 12 разделов и 56 типовых форм. Если схематически представить информационно-логические взаимосвязи этих типовых форм<sup>21</sup>, то можно увидеть, какое важное место в

<sup>20</sup> Типовая методика разработки техпромфинплана производственного объединения (комбината). предприятия.— М.: Экономика, 1979.— С. 6.

<sup>21</sup> Схема взаимосвязей форм техпромфинплана приведена в книге: Ярославцева В. Н. Плановые расчеты в производственном объединении с использованием ЭВМ.— М.: Экономика, 1981.— С. 15. Как нам представляется, эти взаимосвязи наглядно можно отобразить и в матричной форме, и в виде структурного графика. Однако во всех случаях не удаётся добиться достаточной четкости и однозначности. Поэтому все подобные представления должны конкретизироваться в виде соотношений экономико-математической модели.

общей системе показателей занимает план производства продукции. От выбранной производственной программы будут зависеть потребность в материальных ресурсах (план материально-технического обеспечения); трудоемкость производственной программы и потребность в рабочей силе; себестоимость, прибыль и рентабельность производства. Важны и сложны взаимосвязи плана производства и планов технического и организационного развития, капитальных вложений и капитального строительства. Через цепочку соотношений между технико-экономическими показателями правильность и обоснованность плана производства окажет существенное влияние и на показатели финансового плана.

Следует отметить, что даже на самых последних этапах расчетов (не говоря уже о более ранних) может потребоваться возврат к их началу и возникнуть необходимость в изменении производственной программы (например, если свободный остаток прибыли окажется отрицательным, что будет свидетельствовать о нехватке прибыли для осуществления первоочередных платежей и финансирования других запланированных мероприятий). И по-видимому, можно присоединиться к выводу о том, «что расчеты производственной программы предприятия относятся не только к числу самых важных, определяющих все остальные планово-экономические расчеты, но, в сущности, являются и самыми сложными расчетами, какие приходится выполнять экономисту промышленного предприятия, ибо никакая другая работа не требует учета такого большого количества связанных друг с другом и разноречиво действующих факторов»<sup>22</sup>.

План производства продукции резко отличается по своим информационным характеристикам от других разделов техпромфинплана. В табл. 4.1 приведены данные о потоках и объемах информации, используемой при составлении директивного техпромфинплана на одном машиностроительном заводе<sup>23</sup>. Видно, что трудоемкость технико-экономических расчетов по данному разделу намного превосходит значения соответствующих показателей по другим разделам. Это, по-видимому, обусловлено большой изменчивостью информации и наименьшей величиной заимствуемых (из других разделов) показателей. Обращает на себя внимание и большая доля собственно расчетных операций (табл. 4.2), среди которых больше всего операций сложения и вычитания.

Анализ показателей трудоемкости расчетов различных разделов техпромфинплана дает возможность проранжировать все разделы по целесообразности автоматизации расчетов. На первом месте в этом списке будет «План производства и реализации продукции», затем «План материально-технического снабжения», за ним — «План по труду и заработной плате». Трудоемкость расчетов

<sup>22</sup> Герасимов Н. И. Планирование производственной программы машиностроительного предприятия.— М.: Экономика, 1972.— С. 17.

<sup>23</sup> См.: Городов Б. Л., Ильинес-Фернандес Ф. Автоматизация расчетов при составлении техпромфинплана машиностроительного предприятия.— М.: Статистика, 1978.— С. 36—47. Наименования разделов взяты из этого источника.

Таблица 4.1

Информационная характеристика разделов директивного техпромфинплана \*

Раздел техпромфинплана	Распределение показателей, %					
	По стадиям расчета			По роли в процессе обработки		
	Объем обработки информации	Трудоемкость расчетов	Источники	Несколько	Применение	Использование
Основные показатели производственно-хозяйственной деятельности	7,4	0,03	9,4	0,05	64,6	35,4
План производства и реализации продукции	5 780,0	17,2	7 702,5	44,9	70,5	29,5
План пополнения эффективности производства	20,1	0,1	21,3	0,12	68,6	31,4
План капитального строительства	470,0	1,4	192,9	4,0	82,4	17,6
План материально-технического снабжения	4 400,0	13,1	3 701,1	20,6	70,8	29,2
План по труду и заработной плате	2 700,0	8,2	4 878,0	10,2	73,6	26,4
План по прибыли, надбавкам и рентабельности производства	20 000,0	59,7	4 849,2	26,4	74,9	25,0
План по фондовому амортизационному списанию	56,0	0,2	22,7	0,12	75,8	24,2
Финансовый план	18,6	0,07	49,0	0,10	73,8	21,2
Итого по разделам техпромфинплана	33 452,1	100	18 578,0	100	73,2	26,8

\* Составлено по: Городов Б. Л., Ильинес-Фернандес Ф. Автоматизация расчетов при составлении техпромфинплана машиностроительного предприятия.— М.: Статистика, 1978.— С. 36—47.

Таблица 1.2

Количество операций для планово-экономических расчетов при составлении директивного техпромфинплана, % к общему числу операций\*

Раздел техпромфинплана	Виды операций			
	Сложение и вычитание	Умножение и деление	Логические операции	Запись
Основные показатели производственно-хозяйственной деятельности	8,5	55,3	18,1	18,1
План производства и реализации продукции	44,6	36,7	11,3	7,4
План повышения эффективности производства	20,2	36,6	23,9	19,2
План капитального строительства	4,6	5,2	2,7	87,5
План материально-технического снабжения	10,0	49,3	20,4	20,3
План по труду и заработной плате	28,7	36,2	10,4	24,7
План по прибыли, издержкам и рентабельности производства	2,2	50,2	6,6	41,0
План по фондам экономического стимулирования	18,6	49,3	14,5	17,6
Финансовый план	17,3	41,9	23,6	17,3
В среднем по разделам техпромфинплана	26,0	38,0	12,7	23,3

\* Рассчитано по: Гордон Б. Л., Ибаниес-Фернандес Ф. Автоматизация... — С. 44—46.

по разделу «План по прибыли, издержкам и рентабельности производства» выше, чем по двум последним разделам. Но поскольку в качестве входных используются данные о расходе материалов и заработной плате, этот раздел целесообразно поместить в конец списка. Решив вопросы автоматизации расчетов по наиболее трудоемким разделам, можнохватить расчетами все другие разделы, для которых наибольшее значение имеют не столько объемы перерабатываемой информации, сколько трудности формализации соответствующих технико-экономических процессов<sup>24</sup>.

Из табл. 1.1 можно получить еще один вывод, подтверждающий необходимость автоматизации плановых расчетов. Их общая трудоемкость (при ручной обработке) составляет 18 378 чел.-час. Если годовой полезный фонд рабочего времени одного экономиста-плановика составляет 1840 час, то для формирования директивного техпромфинплана потребуется около 10 человеко-лет. Если этот план потребуется составить за месяц, то такой работой должны будут заниматься 120 человек. Следует учесть также, что при сос-

<sup>24</sup> Наиболее трудны для реалистической и полезной формализации «План технического и организационного развития» и «План капитального строительства». Ряд сложных вопросов возникает и при моделировании финансовых «Чтотиа». Ряд сложных вопросов возникает и при моделировании финансовых «Чтотиа». Ряд сложных вопросов возникает и при моделировании финансовых «Чтотиа». Касается разделов «Основные показатели...» и «План по фондам экономического стимулирования», то расчетные операции по ним достаточно просты.

тавлении заявочного плана данные показатели трудоемкости почти удваивались и вариантовое планирование не использовалось<sup>25</sup>.

Большая трудоемкость технико-экономических расчетов уже неоднократно отмечалась в специальной литературе. Усложнение народнохозяйственных взаимосвязей и динамизм производства под влиянием научно-технического прогресса объективно ведут к дальнейшему усложнению этих расчетов и росту их трудоемкости. А естественные ограничения на рост численности управленческого персонала не оставляют другой альтернативы, кроме существенной интеграции труда плановых работников на основе использования экономико-математических методов разработки планов и вычислительной техники.

Вопросы технико-экономического планирования с применением электронно-вычислительной техники обсуждаются в литературе уже свыше двух десятилетий. Анализируя работы разных лет, можно проследить, как формировались новые технологии этого планирования, призванные прийти на смену «ручным расчетам».

Уже в ранних исследованиях были выделены два основных пути применения ЭВМ и математических методов в планировании деятельности предприятия:

выполнение технико-экономических расчетов без коренного изменения существующей методики планирования (как временный этап);

оптимизация планов на основе более сложных математических методов<sup>26</sup>.

Высказывалось мнение, что даже без постановки задачи отыскания оптимального решения при существующих методах планирования качество последнего повысится благодаря увеличению количества расчетов, более высокой их точности<sup>27</sup>.

В наиболее общем виде сущность первого пути, часто называемого методом прямых плановых расчетов, состоит в следующем. Выбирается некоторая отправная производственная программа (с учетом заданий вышестоящей организации, спроса на продукцию и т. п.), и затем рассчитываются ресурсы, необходимые для осуществления этой программы. Если окажется, что ожидаемое количество каких-то ресурсов (прежде всего рабочей силы и оборудования) будет недостаточным, то разрабатываются варианты мероприятий технического и организационного развития для «расшивки» выявленных «узких мест». Если это не поможет, то производственная программа корректируется и вновь определяются необходимые ресурсы. И так до тех пор, пока не будет сформирован некоторый вариант плана, допустимый с позиций удовлетворения потребностей в производимой продукции, выполнения заданий пятилетнего плана и обеспеченности всеми видами ресурсов (в том числе и финансовыми). Если имеются возможности, то так рассчитываются пе-

<sup>25</sup> Гордон Б. Л., Ибаниес-Фернандес Ф. Автоматизация расчетов... — С. 37.

<sup>26</sup> См.: Применение электронно-вычислительных машин в управлении производством. — М.: Мысль, 1964. — С. 67.

<sup>27</sup> Там же. — С. 68.

сколько вариантов планов и среди них выбираются наилучшие по некоторым критериям.

По сути, именно метод прямых плановых расчетов рекомендован типовой методикой разработки техпромфинплана. А поскольку его применение сопровождается достаточно трудоемкими расчетами, то предложены различные способы автоматизации последних.

В ранних исследованиях отмечалось, что «применение электронно-вычислительных машин целесообразно лишь в том случае, когда при большом количестве расчетов используется минимальное количество нормативов»<sup>28</sup>. Как основные области применения ЭВМ во внутриводском планировании были выделены: 1) расчет производственной мощности предприятия, что предусматривает не только определение максимальной производственной программы, но и выявление использования оборудования и площадей завода (частности, «узких» и «избыточных» мест); 2) расчет количества производственных рабочих для выполнения намечаемой программы производства изделий. Расчет выполняется с определением количества рабочих по профессиям и при необходимости даже по разрядам; 3) определение фондов заработной платы для контингентов производственных рабочих; 4) определение потребности в основных и вспомогательных материалах, необходимых для выполнения производственной программы предприятия; 5) калькуляция себестоимости основных видов производимой продукции. Были предложены и алгоритмы этих технико-экономических расчетов, и программы их реализации на ЭВМ «Урал-2». А экспериментальные расчеты по обработке конкретного материала 20 машиностроительных заводов подтвердили целесообразность использования ЭВМ в технико-экономических расчетах, а также заострили вопросы о совершенствовании нормативного хозяйства на предприятиях и дальнейшем улучшении экономической работы<sup>29</sup>.

В 70-е и 80-е годы не ослабевает интерес к автоматизации плановых расчетов на предприятиях в рамках отмеченного направления. Предлагаются новые варианты алгоритма расчетов производственных мощностей и других показателей. Расчеты нормативных калькуляций на деталь, сборочную единицу и на изделие, расчеты нормативной себестоимости товарного выпуска, нормативной трудоемкости производственной программы, плановой численности производственных рабочих, планового фонда их заработной платы, плановой и фактической стоимости основных фондов, плановой и фактической сумм амортизационных отчислений, плановой и фактической суммы платы за фонды — все эти расчеты оформляются в виде типовых проектных решений АСУП (подсистема технико-экономического планирования)<sup>30</sup>.

<sup>28</sup> См.: Применение электронно-вычислительных машин в управлении производством. — М.: Мышль, 1964. — С. 69.  
<sup>29</sup> Там же. — С. 69, 71–108.

<sup>30</sup> Типовые проектные решения автоматизированных систем управления предприятиями: Подсистема технико-экономического планирования. — М.: Статистика, 1973. — С. 312.

В печати все чаще появляются сообщения о внедрении ЭВМ в практику плановых расчетов на предприятиях различных отраслей промышленности. Но вместе с тем отмечается, что часто весь расчет сводится к решению 3–5 задач, взятых из различных разделов техпромфинплана<sup>31</sup>, что при последовательном методе внедрения вычислительной техники, когда машины применяются для решения отдельных наиболее трудоемких задач, наблюдается некомплексность подхода к решению задач и сохраняется дублирование (выход одной и той же информации на различных участках плановых работ), несовместимость некоторых показателей, неувязка отдельных функций управления<sup>32</sup>. Для устранения этих недостатков все большее число авторов предлагают использовать полный охват расчетами всех разделов техпромфинплана<sup>33</sup> и так называемый системотехнический метод, при котором сначала изучается вся информация об объекте, а затем разрабатывается новая система комплексной автоматизации всех экономических расчетов<sup>34</sup>.

Таким образом, метод прямых плановых расчетов развивается в направлении реализации принципа комплексности. Вместе с тем большое количество и разнообразие показателей техпромфинплана<sup>35</sup> создают довольно много трудностей для его действительно всеобъемлющей формализации даже при современной мощной вычислительной технике. А анализ публикаций не дает оснований для выводов об окончательном решении проблемы комплексной разработки плана на ЭВМ, особенно с учетом возможностей реализации построенных моделей на практике. И поэтому использование formalizованных расчетных процедур сочетается с различными экспертными оценками, а их соотношение зависит от типа предприятия, возможностей вычислительной техники и т. п.

Промежуточное положение между прямыми вариативными расчетами и оптимизацией на базе линейного программирования занимают матричные модели техпромфинплана, достоинства и недостатки которых подробно освещены в экономико-математической литературе. По мнению ряда авторов<sup>36</sup>, эти модели отражают закономерности развития производства на предприятии в целом, в его

<sup>31</sup> Яросявцев В. И. Автоматизированная разработка техпромфинплана. — М.: Экономика, 1977. — С. 4.

<sup>32</sup> Гордон Б. Л., Ибаниес-Фернандес Ф. Автоматизация... — С. 15.

<sup>33</sup> Яросявцев В. И. Плановые расчеты в производственном объединении с использованием ЭВМ. — М.: Экономика, 1981. — С. 8.

<sup>34</sup> Гордон Б. Л., Ибаниес-Фернандес Ф. Автоматизация... — С. 15.

<sup>35</sup> В результате анализа формирования показателей техпромфинплана на среднем машиностроительном предприятии (Львовский завод бытовых приборов) установлено, что для получения 13 тыс. выходных показателей техпромфинплана необходимо реализовать около 1500 расчетных блоков, под которым понимаются взаимодействия двух или более массивов, формирующих выходные показатели техпромфинплана. Один расчетный блок может формировать от одного до 15 выходных показателей (Ефросина К. Ф., Подчасова Т. Н., Португа В. М., Гринчук Б. Е. Планирование производства в условиях АСУ; Справочник. — Киев: Техника, 1984. — С. 23).

<sup>36</sup> Система матричных моделей технико-экономического управления на предприятиях. — М.: Наука, 1977.

цахах и по видам продукции; они обеспечивают расчет сбалансированной производственной программы, единство методологии планирования и управления на всех иерархических уровнях промышленного производства (предприятие, отрасль, народное хозяйство). Этот метод в ряде случаев хорошо зарекомендовал себя на предприятиях промышленности с непрерывным процессом производства.

Вместе с тем отмечается, что на предприятиях с дискретным характером производства применение этого метода в технико-экономическом планировании хотя и обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с другими методами планирования, но требует соблюдения целого ряда условий (создания четко налаженного нормативного хозяйства; в ряде случаев перестройки производственного процесса для того, чтобы одно изделие не возвращалось несколько раз для обработки в какой-либо цех). Но даже при соблюдении этих условий применение матричного метода в планировании деятельности крупного предприятия практически затруднено составлением матриц огромных размеров; переход же к расчетам по более укрупненным показателям неделесообразен<sup>37</sup>.

Внимание к проблеме реализации принципа оптимальности в практике планирования и трудности ее решения в рамках прямого перебора вариантов (ведь число возможных вариантов тем больше, чем больше степень свободы у предприятия) обусловили то, что одновременно и параллельно с автоматизацией прямых вариантов расчетов стало быстро развиваться другое направление — оптимизация плана (прежде всего плана производства), базирующаяся на методе линейного программирования. Отправной точкой этого направления явились, как известно, фундаментальные исследования Л. В. Калторовича<sup>38</sup>.

Публикации начала 70-х годов содержат достаточно много примеров постановок и решений задач оптимизации производственной программы для различных промышленных предприятий<sup>39</sup>.

Однако не все исследователи были единодушны в оценке перспектив использования данного метода: «Применение математических методов, в частности линейного программирования, в технико-экономическом планировании крайне ограничено... Оптимальность в планировании достигается не только путем наибольшего и наиболее использования имеющихся строго фиксированных ресурсов, но и посредством воздействия на них, изменения их количества, и т. д.»

<sup>37</sup> См., например: Применение электронно-вычислительных машин в управлении производством.— С. 65—66.

<sup>38</sup> Калторович Л. В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов.— М.: Изд-во АН СССР, 1960.

<sup>39</sup> См., например: Заведский М. Г. Оптимальное планирование на предприятиях.— М.: Наука, 1970; Герасимов Н. И. Планирование производственной программы машиностроительного предприятия.— М.: Экономика, 1972; Дончик Л. Я. Романовский М. В. Оптимизация планирования в промышленности.— Л.: Лениздат, 1973; Павличек Б. В., Седегов Р. С. Технико-экономическое планирование и учет в АСУ.— Минск: Вышеша школа, 1974.— С. 70—132.

вению и качественно... основным направлением оптимизации должны являться конкретные, вариантные расчеты плановых показателей на основе достоверной информации о платежеспособной и потенциальной потребностях страны в тех или иных изделиях<sup>40</sup>.

Однако, как показало время, у линейно-программных моделей оказался достаточный «запас прочности», чтобы доказать свою полезность.

Условно проблемы формирования и использования моделей оптимизации можно разделить на три типа. К первому отнесем проблемы повышения адекватности моделей, ко второму — информационного обеспечения моделей, к третьему — взаимодействия пользователя с моделью в процессе решения, или вопросы оптимизации в интерактивном режиме, когда пользователь может влиять на работу модели и управлять получением решения. Эти проблемы, связанные с соответствующим этапом технологического процесса переработки информации, взаимосвязаны. Так, решение вопросов интерактивного режима требует и адекватной модели, и ее информационного обеспечения. Кроме того, производными от этих проблем являются вопросы алгоритмического характера — обеспечения точности решения, сокращения размерности, уменьшения времени решения — и многие другие, среди которых есть и специфические, например касающиеся выбора наилучшей стратегии агрегирования информации по изделиям, ресурсам и др.

Следует отметить, что многие из намеченных проблем характерны не только для оптимизации плана при помощи линейно-программной модели, но и для любой методики планирования (в том числе и баинирующейся на ручном счете). Но поскольку применение экономико-математических методов и вычислительной техники не только вносит коренные изменения в процесс обработки информации, но и требует значительных единовременных затрат, то эти проблемы выделяются более выпукло. Вместе с тем существуют технологии оптимизации, которые служат хорошим средством решения отмеченных проблем.

В качестве важного направления решения проблемы повышения адекватности моделей выступает не противопоставление различных подходов к расчету плана, а конструирование модельных комплексов, в которых учтен наиболее ценный опыт моделирования и легко адаптирующихся к конкретным условиям. Таким образом, пользователю предлагается не одна, а множество экономико-математических моделей, часть которых может генерироваться непосредственно в процессе проведения расчетов. Как правило, в комплексе присутствуют модели двух типов: математического программирования и прямых плановых расчетов.

В большинстве случаев в качестве модели математического программирования используется линейно-программная, которая в наи-

<sup>40</sup> Назидов И. Е., Никонова Л. Г. Разработка техпромфинала с применением электронно-вычислительной техники.— М.: Машиностроение, 1970.— С. 65—66.

более общей и простейшей постановке может быть представлена в следующей форме:

$$DX \rightarrow \max (\min), \quad (1.1)$$

$$AX \leq B, \quad (1.2)$$

$$X \geq 0, \quad (1.3)$$

где  $D = (D_1, D_2, \dots, D_n)$  — вектор коэффициентов целевой функции;  $X = (X_1, \dots, X_n)$  — плановый выпуск изделий. В качестве компонент вектора  $D$  могут выступать, например, следующие экономические показатели (в соответствующих измерителях в расчете на единицу продукции  $j$ ):

$C_j$  — цена оптовая;

$CR_j$  — цена розничная;

$HCP_j$  — норматив чистой продукции;  
 $EFF_j$  — годовой экономический эффект от производства и использования новой, высокоеффективной продукции;

$PNAD_j$  — поощрительная надбавка к оптовой цене;

$ST1_j$  — полная себестоимость;

$PR_j$  — прибыль в цене;

$TRUD_j$  — трудоемкость изготавления;

$CK_j$  — цена оптовая, умноженная на индекс качества ( $CK_j = 1$  для продукции высшей категории,  $CK_j = 0$  для первой категории); таким образом, критерий будет обозначать максимизацию суммы продукции высшей категории качества по оптовым ценам;  $HCP_j CK_j$  для максимизации суммы продукции высшей категории качества по нормативам чистой продукции;  $1/X_j$  — для критерия максимизации удовлетворения спроса ( $\bar{X}_j$  — спрос на продукцию  $j$ );

$ZMN_{kj}$  — затраты ресурса  $k$  на единицу продукции  $j$  ( $k = 1, KM$ ).

Матрица  $A$  состоит из коэффициентов  $a_{ij}$ ,  $i = 1, m$ ;  $j = 1, n$ . Это очень важные компоненты модели, которые несут разнообразную информацию об условиях производства. Наиболее часто в коэффициентах  $a_{ij}$  отражается информация о потребляемых ресурсах на единицу продукции; расходе основных материалов, покупных полуфабрикатов и компонентирующих изделий ( $ZMN_{kj}$ ,  $k = 1, KM$ ,  $j = 1, n$ ); затратах рабочего времени работниками специальности  $r$  ( $TRU_r$ ,  $r = 1, KR$ ,  $j = 1, n$ ); затратах энергетических ресурсов вида  $e$  ( $E_e$ ,  $e = 1, KE$ ,  $j = 1, n$ ).

Вектор  $B = (b_1, \dots, b_m)$  определяет ресурсные и другие ограничения. Трактовка компонент этого вектора зависит от используемой постановки задачи.

Первое направление увеличения адекватности модели оптимизации производственной программы — это предоставление пользователю возможностей: проводить решение по любому критерию оптимальности из определенного набора; корректировать правые части ограничений; изменять отдельные элементы матрицы  $A$ .

Второе направление — развитие базовой модели путем добавления новых переменных, линейных ограничений и целевых функций, которые бы полнее отражали реальную ситуацию. Наиболее типичные изменения состоят в следующем:

а) учет верхних и нижних ограничений на выпуск продукции в виде  $\bar{X}_j \leq X_j \leq \bar{X}_j$  для всех  $j$  или части их;

б) учет ограничений на значения различных технико-экономических показателей. Часть этих показателей может одновременно входить в набор возможных целевых функций. Это позволяет улучшить значение какого-либо критеримального показателя без ухудшения других, также используемых в качестве критерии (оптимум по Парето);

в) использование так называемых компромиссных критерии. Примером может служить такой аддитивный критерий:

$$\sum_{k=1}^{K_1} \frac{a_k}{\|Q_k^+(X)\|} \cdot Q_k^+(X) - \sum_{k=K_1+1}^K \frac{a_k}{\|Q_k^-(X)\|} \cdot Q_k^-(X) \rightarrow \max,$$

где  $k$  — номер критерия;

$K_1$  — количество критерии на максимум;

$K$  — общее количество критерии;

$a_k$  — весовой коэффициент, характеризующий степень важности критерия  $k$ ;

$Q_k^+(X) (Q_k^-(X))$  — критерий  $k$  на максимум (минимум);

$\|Q(X)\|$  — норма критерия  $k^{th}$ ;

г) учет возможностей колебаний выпуска продукции по кварталам, а также возможностей выпуска аналогичной продукции в другом производственном подразделении. В этом случае вид линейной

функции для показателя товарной продукции вместо  $\sum_{j=1}^n C_j X_j$  будет

$\sum_{t=1}^4 \sum_{k=1}^{KO} \sum_{j=1}^n C_{jtk} X_{jtk}$ , где  $KO$  — количество производственных подразделений,  $X_{jtk}$  — выпуск продукции  $j$  в подразделении  $k$  в квартале  $t$ ;

д) учет возможностей «расширения узких мест» по лимитирующими ресурсам (оборудование, материалам и т. п.) одновременно с нахождением оптимальной производственной программы при помощи добавления новых переменных, определяющих число необходимых организационно-технических мероприятий. Такие переменные, определяют изменение части ресурсных ограничений, в свою очередь, связываются в ограничениях типа «Капитальные вложения на приобретение нового оборудования», «Ассигнования из единого фонда развития науки и техники» и т. п.

Третье направление повышения адекватности модели — это переход к решению задач нелинейного и целочисленного программиро-

<sup>41</sup> См.: Коробкин А. Д., Мироновецкий Н. Б. Оптимизация производственного планирования на предприятиях. — Новосибирск: Наука, 1978. — С. 88.

рования в случаях, когда нельзя принять гипотезу о линейности затрат ресурсов и абстрагироваться от влияния целочисленности.

Четвертое направление заключается в том, что расчеты по оптимизационной модели дополняются вычислениями по формулам прямых плановых расчетов. Подобное сочетание имитации и оптимизации оказывается весьма плодотворным практически во всех случаях, и представляется возможным считать его генеральным направлением совершенствования технологий разработки планов предприятий. Такой подход позволяет существенно уменьшить трудоемкости и затраты, связанные с решением линейных и целочисленных задач математического программирования. Например, можно определить выпуск продукции при помощи линейно-программной модели, округлить его величину до целого числа (если этого требуют условия задачи), а затем вновь провести расчеты всех технико-экономических показателей по формулам прямых плановых расчетов и оценить допустимость отклонений полученных показателей от значений, выступавших ранее в качестве правых частей ограничений.

Преимущества сочетания двух подходов становятся особенно наглядными при исчислении ряда обобщающих показателей деятельности, которые необходимы для обоснованного анализа производственной программы (отчисления в фонды экономического стимулирования, свободный остаток прибыли), но при этом не имеются в рамках разработанных алгоритмов решения задач математического программирования.

Как показывает опыт, для реальных задач планирования характерна большая неопределенность исходной информации. И поэтому основное значение приобретают не математические «ухищрения», позволяющие уточнить решение задачи оптимизации, а быстрый анализ различных постановок задач. Хотя каждая из этих постановок может представлять собой довольно грубое приближение к действительности — в связи с линейной аппроксимацией реальных взаимосвязей, но совокупность решений множества линейных моделей plus расчет всех показателей по точной модели прямых плановых расчетов могут дать (и, как правило, дают) значительно больше полезной информации для принятия управленческих решений в быстро меняющемся мире, чем ограниченное число решений большей задачи математического программирования, учитывающей нелинейность и целочисленность.

Сочетание прямых плановых расчетов и решений линейно-программных моделей — это, как нам представляется, разумный компромисс между традиционной технологией планирования и мощным экономико-математическим инструментом. В частном случае можно непосредственно выаровать выпуск продукции с целью выхода на заданные показатели, особенно при высокой квалификации экспертов, неустойчивости исходной информации, ограниченности вычислительных мощностей и т. д. Окончательное решение о целесообразности использования конкретных модельных конструкций следует принимать с учетом реальной ситуации. Подтверждением

этому служат приводимые в последующих главах примеры разработки планов при помощи ЭВМ.

С позиций моделирования все предлагаемые далее комплексы построены с учетом сочетания прямых плановых расчетов и линейно-программной оптимизации. Однако если для предприятия машиностроения и микробиологии сложность и объем производственных взаимосвязей ограничивают возможности прямого перебора вариантов, то для малых предприятий оказываются целесообразными оба подхода. Во всех случаях модели построены таким образом, чтобы достигалась хорошая адаптация к изменениям реальных условий.

Обозначим через  $R_j$  величину выпуска продукции  $j$  ( $j = 1, \dots, n$ ), которая получается либо путем округления решения задачи линейного программирования до целого, либо выбирается экспертом или лицом, принимающим решение. Тогда простейший алгоритм прямых плановых расчетов будет представлять собой умножение этой величины на соответствующий стоимостный или трудовой измеритель с последующим суммированием в различных разрезах (по производственным подразделениям, номенклатурным группам продукции, категориям качества и т. п.) и в целом по предприятию. Таким путем легко определяются:

$RC_j$  — выпуск продукции  $j$  в оптовых ценах ( $RC_j = R_j C_j$ , см. обозначения выше);

$RR_j$  — выпуск продукции  $j$  в розничных ценах;

$RHCP_j$  — выпуск продукции  $j$  по нормативам чистой продукции;

$RTR_j$  — трудоемкость выпуска продукции  $j$ ;

$RZP_j$  — основная заработка платы производственных рабочих в расчете на товарный выпуск продукции  $j$ ;

$TOV$  — товарная продукция в оптовых ценах ( $TOV = \sum_{j=1}^n RC_j$ );

$ROZN$  — выпуск товарной продукции в розничных ценах;

$CHI$  — объем нормативной чистой продукции;

$POS$  — сумма основной заработной платы производственных рабочих;

$STRUD$  — трудоемкость товарного выпуска;

$PVKTOV$  — сумма продукции высшей категории качества в товарной продукции ( $PVKTOV = \sum_{j=1}^n RC_j CK_j$ );

$PVKHCP$  — сумма продукции высшей категории качества в нормативной чистой продукции;

$DPV10$  — удельный вес продукции высшей категории качества в товарной продукции ( $DPV10 = PVKTOV / TOV \cdot 100$ );

$DPV11$  — удельный вес продукции высшей категории качества в нормативной чистой продукции;

$EFFS$  — суммарный годовой экономический эффект от производства и использования продукции высшей категории качества;

$PNADS$  — ожидаемая сумма поощрительных надбавок к оптовым ценам.

Очевидно, что набор показателей для конкретных предприятий будет меняться. Так, для предприятий тяжелой промышленности выпуск продукции в разнличных ценах может быть исчислен только для некоторых наименований, относящихся к группе товаров народного потребления. А для предприятий пищевой промышленности не будет показателя  $EFFS$ .

Так же очевидна тесная взаимосвязь прямых плановых расчетов с задачей линейного программирования (1.1)–(1.3), как по линии уточнения значений целевой функции, так и по линии формирования правых частей ограничений, которые, в частности, могут использоваться в том или ином цикле оптимизационных расчетов.

В модели прямых плановых расчетов потребность в основных производственных рабочих-сдельщиках может определяться как укрупненно, исходя из величины  $STRUD$ , так и для каждого производственного подразделения и профессии по формуле

$$COR_r = \frac{\sum_{j=1}^n R_j TRU_{rj}}{CPN_r GPF_r}, \quad (1.4)$$

где  $r$  — индекс профессии ( $r = \overline{1, KB}$ ),  $TRU_{rj}$  — трудоемкость изготовления продукции  $j$  по рабочим специальностям  $r$ ,  $CPN_r$  — коэффициент перевыполнения норм выработки для специальности  $r$ ,  $GPF_r$  — годовой полезный фонд рабочего времени для специальности  $r$ <sup>42</sup>.

Следующий этап расчетов — определение потребности в материале  $k$  в расчете на товарный выпуск исходя из норм расхода на единицу продукции:

$$RM_k = \sum_{j=1}^n R_j ZMN_{kj}, \quad k = \overline{1, KM}. \quad (1.5)$$

Сумма затрат на приобретение материала  $k$

$$SMR_k = \sum_{j=1}^n R_j ZMN_{kj} CEM_k \left(1 + \frac{TZR}{100}\right), \quad (1.6)$$

где  $TZR$  — доля транспортно-заготовительных расходов,  $CEM_k$  — цена за единицу материала  $k$ .

Затраты на сырье и основные материалы в себестоимости единицы продукции  $j$  без учета транспортно-заготовительных расходов, руб.:

$$SM1_j = \sum_{k=1}^{KM} ZMN_{kj} CEM_k. \quad (1.7)$$

<sup>42</sup> Формула приводится только для самого общего случая.

Транспортно-заготовительные расходы в себестоимости единицы продукции  $j$ , руб.:

$$TZR1_j = SM1_j TZR / 100. \quad (1.8)$$

Аналогичным образом можно исчислить — с разной степенью детализации — потребность и затраты для вспомогательных материалов и тощливо-энергетических ресурсов.

Элементы косвенных затрат в себестоимости единицы продукции  $j$  легко вычисляются исходя из их общей суммы и одного из принятых алгоритмов распределения затрат. В простейшем случае, при включении косвенных затрат пропорционально сумме основной заработной платы производственных рабочих в себестоимость единицы продукции  $j$  ( $ZPO_j$ ), величина затрат по  $l$ -му элементу косвенных затрат составит

$$ZK_{lj} = \frac{ZKS_l \cdot ZPO_j}{\sum_{j=1}^n ZPO_j}, \quad (1.9)$$

где  $ZKS_l$  — общая сумма косвенных затрат вида  $l$  (расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, цеховые расходы и т. д.).

Таким образом, уже при исчислении себестоимости (как единицы продукции, так и в целом выпуска) прямые плановые расчеты позволяют получить более точный результат за счет отказа от линейной аппроксимации реальных взаимосвязей. Но вместе с тем это дает возможность использовать более точные значения себестоимости отдельных видов продукции и прибыли на единицу для передачи в модель линейного программирования и последующей оптимизации.

Учет изменения остатков нереализованной продукции по оптовым ценам и себестоимости позволяет определить выручку от реализации продукции, себестоимость реализуемой продукции и прибыль от реализации. Затем можно в соответствии с существующими финансовыми инструкциями рассчитать фонды экономического стимулирования и прирост норматива оборотных средств, распределить прибыль по различным направлениям и исчислить еще ряд показателей деятельности предприятия (например, рост средней заработной платы одного работающего с учетом выплат из различных фондов). Инструментом подобных расчетов являются специальные модели финансовой деятельности предприятия, которые тесно переплетаются с собственно производственными моделями. А при наличии необходимой информации и достаточной мощности вычислительных средств можно перейти от плановых моделей производства и финансов к различным моделям реализации плана, для того чтобы уточнить и лучше обосновать плановое решение<sup>43</sup>.

Применение модели линейного программирования для оптимизации производственной программы предполагает использование

<sup>43</sup> Более подробно см.: Лычагин М. В., Мироновский Н. Б. Моделирование финансовой деятельности предприятия.— Новосибирск: Наука, 1986.

одной из вычислительных схем из разработанного обширного набора (прямой симплекс-метод, модифицированный симплекс-метод (метод с обратной матрицей) и т. п.). Эти вычислительные схемы могут быть включены в специальное проблемно-ориентированное программное обеспечение, либо для решения может использоваться универсальный пакет прикладных программ (ППП), к которому подключаются проблемно-ориентированные программы.

Применение ППП для решения задачи оптимизации дает большие возможности для контроля правильности подготовки данных, управления работой системы и анализа найденного решения". Вместе с тем универсальность пакетов может создавать ряд трудностей для конечных пользователей из-за недостаточного учета специфики организации исходных данных, а также неудобной формы представления результатов расчета. Поэтому приходится писать дополнительное программное обеспечение для ввода информации из баз данных пользователя и изменения итоговых форм выдачи результатов. А это замедляет решение задач и снижает эффективность вычислений.