

## Модели функционирования экономики

УДК 51.330.115

**МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛАНОВ В  
ОТРАСЛЕВОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ  
"АСУ-ПРИБОР-П"**

С.М.Анцыз, В.Д.Маршак

В настоящей работе рассматривается конкретная реализация процессов информационного взаимодействия при формировании общепромышленного перспективного плана в отраслевой автоматизированной системе управления, создаваемой для Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР.

Первая очередь "АСУ-Прибор" предусматривает расчет по каждому объединению в отдельности задач перспективного планирования. Описание первой очереди подсистемы "Перспективное планирование" дано в работе [1].

Задача подсистемы "Перспективное планирование" второй очереди - расчет оптимального перспективного плана по отрасли в целом. Комплекс алгоритмов, моделей и программ, реализованных во второй очереди подсистемы "Перспективное планирование", представляет собой совершенно самостоятельную разработку, не зависящую от системы математического обеспечения первой очереди.

В основу процессов формирования отраслевых планов положен подход нахождения отраслевого плана как совокупности оптимальных равноэффективных планов объединений (подотраслей). Подробное описание и исследование данного подхода к формированию отраслевых планов имеется в работах [2,3,4].

Программное обеспечение подсистемы "Перспективное планирование" выполнено на алгоритмическом языке ФОРТРАН, что позволяет реализовать её на любой ЭВМ, в состав математического обеспечения которой входит транслятор с данного языка, с незначительными доработками, связанными со спецификой работы с внешними устройствами конкретной машины.

## **Глава I. Общая характеристика системы математического обеспечения подсистемы "Перспективное планирование"**

### **§ I. Постановка задачи формирования оптимального перспективного плана**

Министерство приборостроения, средств автоматизации и систем управления рассматривается как сложная система, состоящая из хозяйственно обособленных тесно связанных хозяйственных промышленных объединений. При заданном ассортиментном наборе выпуска продукции объединений и коэффициентах относительной важности продукции объединений требуется распределить централизованные ресурсы капиталовложений таким образом, чтобы в целом по министерству достигалось максимальное приближение выпуска конечной продукции к заданным народнохозяйственным потребностям.

План развития по министерству в целом определяется на пятилетку в погодном разрезе и с учетом влияния забалансового периода двух последующих пятилеток. Составление пятилетнего плана отрасли при учете запланового периода обуславливается тем, что на план отрасли существенное влияние оказывает срок строительства новых предприятий и реконструкции действующих. Для выполнения условия, чтобы выпуск продукции отрасли в заплановом периоде должен быть не меньше чем в последнем году плановой пятилетки, необходимо учитывать в пятилетнем плане возможные варианты строительства и реконструкции предприятий, эффект от проведения которых будет получен в заплановых пятилетках. Данное условие учитывается путем задания ограничения на создание необходимого задела незавершенного строительства и

реконструируемых мощностей, который необходимо иметь на первый год заплановой пятилетки.

Коэффициенты предпочтений по продукции различных объединений устанавливаются министерством, исходя из народнохозяйственной значимости этой продукции. Данные коэффициенты будут указывать вес, с которым продукция объединений входит в общетраслевой ассортиментный набор, уровень выпуска которого следует максимизировать.

Одним из способов задания предпочтений по предложению планово-производственного отдела Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления являются коэффициенты дефицитности продукции объединений. Коэффициенты дефицитности представляют собой вычисленные по базовому периоду отношения величин народнохозяйственных потребностей на продукцию объединений к достигнутому объему производства.

В целом по Министерству считается предпочтительней выпуск продукции в заданном ассортименте. Если по некоторым продуктам достигнут максимально возможный на выпуск (полное использование производственных мощностей или полное удовлетворение спроса на эти продукты), то из общетраслевого ассортиментного набора исключаются данные "лимитирующие" продукты, а достигнутый размер производства их фиксируется.

Поиск максимального приближения выпуска продукции отрасли к народнохозяйственным потребностям при ограниченных общесистемных ресурсах проводится только для периода плановой пятилетки. В прогнозируемом периоде (заплановые пятилетки) определяется план, в котором указывается потребность отрасли в общесистемных ресурсах при полном удовлетворении народнохозяйственных потребностей на ее продукцию.

Варианты функционирования предприятий рассматриваются на весь пятнадцатилетний период планирования. Естественно, что варианты, вошедшие в план первой пятилетки, будут автоматически учитываться в планах двух последующих пятилеток.

Подробное описание задачи формирования оптимального перспективного плана развития отрасли приводится в работе [4].

## § 2. Структура математического обеспечения подсистемы "Перспективное планирование"

Система математического обеспечения процесса формирования перспективного плана отрасли включает в себя совокупность моделей, алгоритмов и программ их реализации на ЭВМ. По составу решаемых задач и характеру обработки информации система математического обеспечения подразделяется на пять относительно независимых комплексов: "Информ", "Вариант", "Матрица", "Оптимум", "Документ" (см. схему I стр. 20). Входной информацией для комплекса "Информ" является:

1. Отчётная информация о базовом периоде по предприятиям, объединениям и отрасли в целом, а также соотношение контрольных цифр текущей пятилетки с базовым (отчётным) периодом.

2. Проектные данные по вновь строящимся предприятиям.

Объём входной информации составляет около 30 тыс. чисел, представленных в виде 60 входных массивов.

Кроме входной информации, комплекс "Информ" оперирует с постоянной информацией, вводимой в него в начале функционирования подсистемы перспективного планирования. Постоянная информация представляет собой локальные нормативы длительного пользования (например, нормативы площади, приходящиеся на одного работающего, дифференцированные по их функциональному признаку; а также представленные в аналитическом виде зависимости связывающие отдельные технико-экономические показатели предприятий).

Всю информацию, используемую при построении отраслевого плана в "АСУ-Прибор-П", можно разделить на два следующих вида:

а) функциональную информацию, которая используется при расчете оптимального плана отрасли;

б) вспомогательную информацию, которая используется для обработки полученного плана и представления его в форме плановых документов (шифры продукции, предприятий, объединений, территориальных зон, формы входных документов; показатели, используемые для обработки полученного решения и т.п.).

Остановимся на более детальном рассмотрении функциональной информации.

Функциональная информация подсистемы состоит из:

а) нормативной информации, рассчитываемой на перспективный период по методикам, разработанным специалистами проектного института Гипроприбор (г. Ленинград);

б) информации о производственных возможностях предприятий. Данная информация поступает в виде карточек предприятий с указанием значений сорока шести показателей (не считая перечня видов продукции и объемов ее производства), характеризующих деятельность предприятий в отчетном периоде. По новостройкам информация представляется проектными институтами министерства;

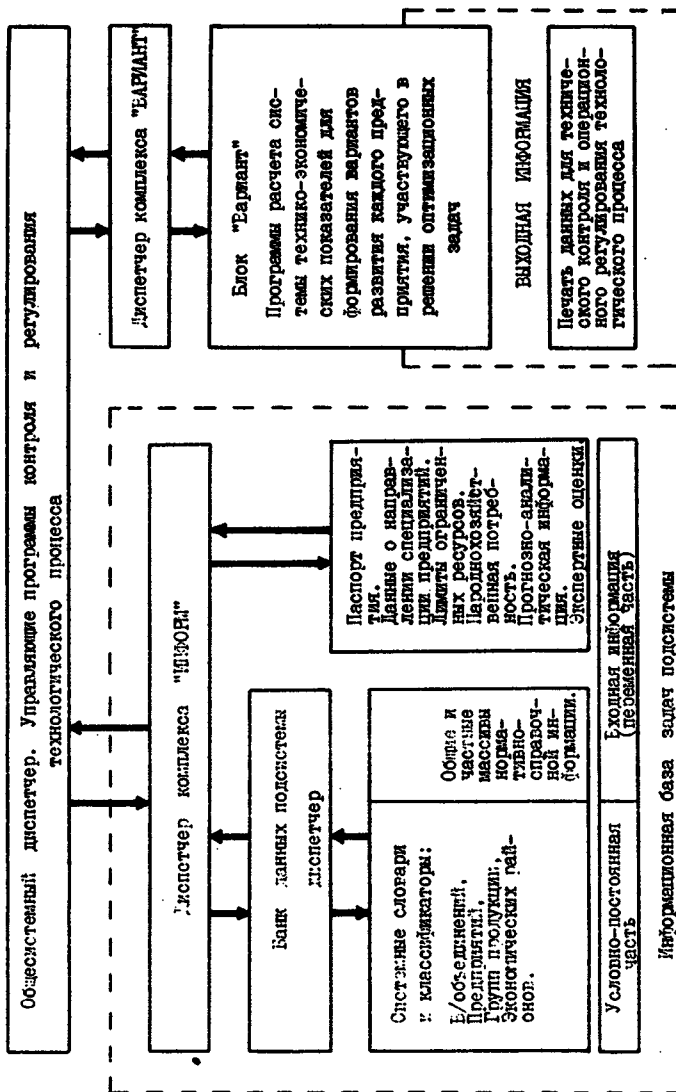
в) общесистемной информации, поступающей от служб и подразделений министерства (цены на продукцию, нормативы образования финансовых фондов предприятий и объединений, коэффициенты предпочтений на продукцию отрасли, народнохозяйственные задания по выпуску отдельных видов продукции отрасли, объемы общесистемных ресурсов, локальные ограничения для отдельных предприятий и объединений — ограничения на отдельные виды материальных и трудовых ресурсов).

Функциональная информация, относящаяся к пунктам а) и б), используется комплексом "Информ" для построения производственных функций предприятий. Причем для каждого предприятия (как действующего, так и создаваемого) строится производственная функция, учитывающая проведение возможной последовательности стратегий в функционировании производственных мощностей. Такими стратегиями являются: оргтехмероприятия, включающие в себя мероприятия по поддержанию базовой мощности; реконструкция, расширение предприятия и техническое перевооружение. Следует отметить, что для построения производственных функций по каждому предприятию используется более 400 показателей.

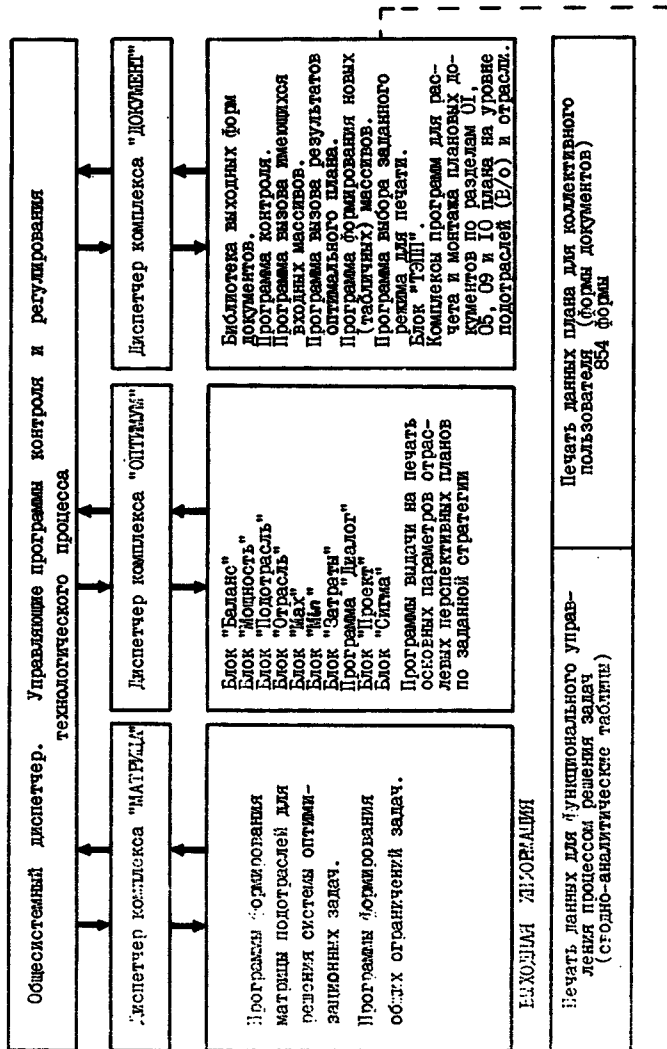
Алгоритмическое обеспечение комплекса "Информ" разработано специалистами проектного института Гипроприбор (г. Ленинград).

Построенные производственные функции предприятий являются входной информацией для комплекса "Вариант", формирующего производственные способы задач объединений. Поскольку при построении производственных функций предприятий учитывается фактор времени (продолжительность проведения оргтехмероприятий, реконструкции и расширения предприятий в зависимости от базовой мощности), то в комплексе "Вариант" создается возможность представления способов задач объединений в погодовой разбивке. Формирование способов функционирования предприятий производится путем интерполирования в заданных точках значений производственных функций, отражающих зависимость объема производства продукции от размера используемых ресурсов (общесистемных и

СТРУКТУРА КАТЕГАТИЧЕСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ "ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ"  
"АСУ - ПРИВОР-П"



**С х е м а I (Продолжение)**  
**СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ "ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ"**  
**"АСУ - ПРИВОР-П"**



локальных) и от времени. Комплекс "Информ" передает также в комплекс "Вариант" представленные в аналитическом виде зависимости изменения соотношения отдельных видов продукции от объема производства товарной продукции предприятия. С учетом данных зависимостей определяются значения компонент производственных способов предприятий, отражающих выпуск отдельных видов продукции в каждом году планового периода.

В результате функционирования комплекса "Вариант" формируется способ  $l$  по предприятию  $j$  объединения  $k$  в следующем виде:

$$(1, x_{\rho l j}^{kt}, a_{il j}^{kt}, v_{lj}^{kt}, g_{\mu l j}^{kt}, f_{lj}^{kT}, f_{lj}^{k, T+2}), \\ k=1, \dots, K; \quad t=1, \dots, T+2; \quad i=1, \dots, n^k; \\ l=1, \dots, L_j^k; \quad j=1, \dots, m^k; \quad \rho=1, \dots, Q;$$

где

- $x_{\rho l j}^{kt}$  - количество общесистемных ресурсов вида  $\rho$ , используемых в объединении  $k$  в год  $t$  предприятием  $j$  по варианту его развития  $l$ ;
- $a_{il j}^{kt}$  - количество продукта вида  $i$ , выпускаемого в год  $t$  предприятием  $j$  объединения  $k$  по варианту  $l$ ;
- $v_{lj}^{kt}$  - суммарные текущие затраты, необходимые для производства продукции, выпускаемой в год  $t$  предприятием  $j$  объединения  $k$  по варианту  $l$ ;
- $g_{\mu l j}^{kt}$  - количество локальных ресурсов вида  $\mu$  ( $\mu=1, \dots, M^k$ ), потребляемое в объединении  $k$  в год  $t$  предприятием  $j$  по варианту развития  $l$ ;
- $f_{lj}^{kt}$  - величина задела незавершенного строительства, переходящая на заплановый период ( $t=T, T+2$ ) по варианту  $l$  предприятия  $j$  объединения  $k$ .

Величины:

- $Q$  - количество общесистемных ресурсов;
- $T$  - число лет планового периода;
- $K$  - число объединений (подзадач);
- $m^k$  - число предприятий в объединении  $k$ ;
- $L_j^k$  - число вариантов развития предприятия  $j$  в объединении  $k$ ;



$n^k$  - число продуктов, выпускаемых объединением  $k$  ;

$M^k$  - количество локальных ресурсов, используемых в объединении  $k$

являются параметрами задач, конкретные значения которых определяются как имеющейся информацией, так и возможностями ЭВМ.

Каждый из сформированных комплексом "Вариант" способов описывает возможное развитие предприятия на все пятнадцать лет планового периода. Такое представление производственных возможностей предприятий с помощью "сквозных" способов обычно применяется при построении линейных динамических моделей, т.к. позволяет существенно сократить число неравенств в решаемых задачах.

При описании производственных возможностей предприятия на весь плановый период одним способом жестко фиксируется последовательность годовых изменений. Например, последовательность проведения на предприятии оргтехмероприятий, реконструкции, технического перевооружения и т.п.

Для того чтобы не ограничивать выбор отраслевого плана фиксированным сочетанием стратегий развития предприятий, предусматривается задание достаточно большого числа вариантов по предприятиям.

Как уже отмечалось, вариант развития предприятия представляет собой описание определенной последовательности проведения различных стратегий: оргтехмероприятий, технического перевооружения, реконструкции и расширения производства. В комплексе "Вариант" количество порождаемых вариантов развития предприятия является управляемым параметром, который может устанавливаться пользователем подсистемы.

Сокращение же числа неравенств в задаче объединения при формировании "сквозных" способов происходит на величину, равную  $(m^k \times (T-1))$ , где  $m^k$  - число предприятий, входящих в объединение  $k$ , а  $T$  - число лет планового периода. Так, при среднем числе предприятий объединений Министерства приборостроения, равном 40 (включая и новостройки), и при числе расчетных периодов, равном 7, размерность задачи одного объединения сокращается на 240 неравенств. Естественно, что при этом увеличивается число способов, описывающих различные варианты развития предприятий.

Сформированные в комплексе "Вариант" направления развития предприятий, являются входной информацией для комплекса "Матрица". На вход комплекса "Матрица" подается также общесистемная информация, необходимая для формирования вектора ограниченных задач объединений и ассортиментного набора, образующего народнохозяйственные задания по выпуску продукции. Компоненты различных вариантов развития предприятий записываются при помощи вспомогательной информации (шифров) в матрице задачи объединения упорядочено по продуктам, используемым ресурсам и производственным мощностям. В матрицах задач объединений представлены три вида способов:

1. Способы, описывающие функционирование предприятий, существующих к началу планового периода.

2. Способы, описывающие возможные варианты введения новых предприятий. Данные варианты различаются по срокам начала и продолжительности строительства. Конкретные точки размещения вновь создаваемых предприятий считаются заданными, так как решение соответствующей задачи оптимального размещения отраслей промышленности связано с факторами народнохозяйственного уровня, т.е. с более высоким уровнем планирования.

3. Способы вспомогательного характера (типа способов транспортировки), реализующие условие погодовой монотонности приращения объемов капитального строительства в объединениях.

Ассортиментные наборы  $d^k = \{d_i^{kt}\}$ ,  $i=1, \dots, n^k$ ;  $k=1, \dots, K$ ;  $t=1, \dots, T$ , где  $d_i^{kt}$  - величина народнохозяйственного задания по выпуску продукции  $i$  объединением  $k$  в год  $t$ .

Комплекс "Матрица" из всего вектора ограничений задач объединения формирует только компоненты, относящиеся к локальным ограничениям, установление которых является функцией объединения и которые не изменяются в процессе составления плана. К локальным ограничениям задач объединения относятся:

1. Ограничения на максимально возможный выпуск продукции предприятиями  $N_j^k$ ,  $k=1, \dots, K$ ;  $j=1, \dots, m^k$ , где  $m^k$  - число предприятий в объединении  $k$ . В данной постановке задач объединения  $N_j^k=1$ ,  $k=1, \dots, K$ ;  $j=1, \dots, m^k$ ; так как компоненты способов, описывающих варианты развития предприятий, отражают выпуск продукции и затраты ресурсов в максимально возможном объеме по данному варианту.

2. Ограничения на объем использования ресурсов в виде продукции других отраслей и трудовых затрат  $G_{\mu}^k$  ( $k=1, \dots, K$ ;  $t=1, \dots, T$ ,  $\mu=1, \dots, M^k$ ), где  $M^k$  - количество данных ресурсов в объединении  $k$ .

3. Ограничения на задел незавершенного строительства на заплановый период  $F^{kt}$  ( $k=1, \dots, K$ ;  $t=T, T+2$ ).

Количество общесистемных ресурсов  $C_p^k$  вида  $p$ , выделяемых объединению  $k$ , определяется в результате работы следующего комплекса подсистемы - комплекса "Оптимум".

Следует отметить, что согласно принятой на практике методике составления перспективных планов, министерству заданы в качестве директивных указаний размеры капитальных вложений на пятилетку в целом. При распределении капиталовложений между объединениями необходимо также учитывать, что каждое объединение должно получать эти ресурсы в каждом данном году в том же размере либо больше, чем в предыдущем.

### § 3. Математическое описание модели расчета оптимального плана объединения (комплекс "Матрица")

Определение общепромышленного оптимального перспективного плана происходит на основе расчета задачи объединений. Функции министерства будут рассмотрены ниже при описании процесса распределения общепромышленных ресурсов.

Переменными в модели являются:

$x_{ij}^k$  - интенсивность использования в объединении  $k$  варианта  $i$  предприятия  $j$ ;

$x_{p, m^k+1}^k$  - объем капиталовложений вида  $p$  в объединении  $k$  в первый год планового периода;

$x_{p, m^k+t}^k$  - прирост капиталовложений вида  $p$  в объединении  $k$  в год  $t$  по сравнению с предыдущим годом;

$z^k$  - интенсивность выпуска конечной продукции подотрасли  $k$  в заданном ассортиментном наборе.

Известные величины определены выше при рассмотрении информационной базы для построения отраслевого перспективного плана.

С учетом принятых обозначений модель объединения К может быть сформулирована как задача линейного программирования в следующем виде:  $\chi^k = (x_{1,1}^k, \dots, x_{j,m^k}^k; x_{1,m^k+1}^k, \dots, x_{Q,m^k+T}^k)$ , определить вектор

$$j=1, \dots, m^k; \quad l=1, \dots, \mathcal{J}_1^k; \quad t=1, \dots, T; \quad p=1, \dots, Q,$$

и число  $\mathcal{J}_1^k$  при условиях:

$$x_{p,m^k+t}^k > 0, \quad p=1, \dots, Q; \quad t=1, \dots, T, \quad (1)$$

$$\sum_{l=1}^{\mathcal{J}_1^k} x_{lj}^k \quad \left\{ \begin{array}{l} = 1, \quad j \in \mathcal{J}_1; \\ \leq 1, \quad j \in \mathcal{J}_2, \end{array} \right. \quad (2)$$

где  $\mathcal{J}_1$  - множество номеров действующих предприятий,  $\mathcal{J}_2$  - новостроек.

$$\begin{aligned} x_{lj}^k &\geq 0, \quad j=1, \dots, m^k; \quad l=1, \dots, \mathcal{J}_1^k; \\ \sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^{\mathcal{J}_1^k} x_{p,m^k+t}^k &\leq l_p^k, \quad p=1, \dots, Q; \end{aligned} \quad (3)$$

- ограничения на возможный объем капиталовложений вида  $p$  за весь плановый период, задаваемый министерством. В данном виде ограничения отражают условие монотонного возрастания объемов капиталовложений по годам планового периода. Преобразуя эту формулу, можно записать ограничения на суммарный объем капиталовложений вида  $p$  следующим образом:

$$\sum_{t=1}^T (T+1-t) x_{p,m^k+t}^k \leq C_p^k, \quad p=1, \dots, Q; \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{m^k} \sum_{l=1}^{\mathcal{J}_1^k} a_{plj}^{kt} x_{lj}^k - \sum_{t=1}^t x_{p,m^k+t}^k \leq 0, \quad (5)$$

- ограничения на использование капиталовложений вида  $p$  в году  $t$  плановой пятилетки.

$$\sum_{j=1}^{m^k} \sum_{l=1}^{\mathcal{J}_1^k} a_{ilj}^{kt} x_{lj}^k - d_i^{kt} x^k \geq 0, \quad i=1, \dots, n^k; \quad t=1, \dots, T, \quad (6)$$

- ограничения, обуславливающие выпуск продукции в заданном ассортиментном наборе в год  $t$  плановой пятилетки.

Ограничения на выпуск продукции сформулированы для случая, когда министерство оценило продукцию всех объединений с равным предпочтением. В случае, если эти предпочтения не равны, необходимо умножить все компоненты максимизируемого набора объединения  $k$  на заданные коэффициенты. Тогда ограничения на выпуск продукции объединением  $k$  в год  $t$  будут записаны в следующем виде:

$$\sum_{j=1}^{m^k} \sum_{i=1}^{n^k} a_{ij}^{kt} x_{ij}^k - (d_i^{kt} \lambda_i^{kt}) z^k > 0, \quad i=1, \dots, n^k, \quad t=1, \dots, T,$$

где  $\lambda_i^{kt}$  - коэффициент предпочтения по продукции  $i$  объединения  $k$  в год  $t$ ;

$$\sum_{j=1}^{m^k} \sum_{i=1}^{n^k} q_{\mu ij}^{kt} x_{ij}^k < G_{\mu}^{kt}, \quad \mu=1, \dots, M^k, \quad t=1, \dots, T, \quad (7)$$

- ограничения на возможный объем использования ресурсов вида  $\mu$ ;

$$\sum_{j=1}^{m^k} \sum_{i=1}^{n^k} v_{ij}^{kt} x_{ij}^k > 0, \quad t=1, \dots, T \quad (8)$$

- ограничения на возможную величину суммарных текущих затрат задаются "свободными" для объединения  $k$  в год  $t$  плановой пятилетки. Поскольку первоначальная цель при построении отраслевого перспективного плана заключается в нахождении максимального приближения выпуска продукции к заданным народнохозяйственным потребностям в ней при ограниченных общесистемных ресурсах, то текущие затраты не являются лимитирующим фактором в данном случае. Это объясняется так же тем, что все рассматриваемые варианты развития предприятий (при формировании их в комплексе "Вариант") составлялись при условии, что каждый из них обеспечивает среднеотраслевой уровень рентабельности.

Ниже при описании процессов составления общеотраслевых планов будет рассматриваться постановка задачи по определению общеотраслевого плана при выделенных капиталовложениях и заданных объемах текущих затрат.

Сформулированные выше неравенства (1)-(8) описывают условия определения оптимального плана объединений в годовом

представлении на плановый период. Перспективное планирование отрасли, естественно, не должно ограничиваться только плановой пятилеткой. Расчет пятилетнего плана представляет собой лишь определение ближайшей перспективы развития. В настоящее время ставится задача составления планов развития народного хозяйства и его отдельных отраслей на длительную перспективу - десять, пятнадцать лет.

Поэтому и в системе перспективного планирования ОАСУ необходимо рассчитывать планы с учетом длительной перспективы. Степень детализации плана отрасли на перспективный период зависит от используемого вида ЭВМ, алгоритма расчета задачи объединений и степени детализации пятилетнего плана. В реализуемой подсистеме перспективного планирования учитываются два перспективных периода, следующих за плановым. Каждый из перспективных периодов учитывает развитие объединений в целом за  $T$  лет данных прогнозируемых периодов. Поскольку на начало ближайшего планового периода не известны объемы капиталовложений, которые будут выделены отрасли в отдаленных перспективных периодах, то эти ограничения задаются "свободными", т.е. капиталовложения в отрасль в эти периоды будут такие, какие необходимы для выполнения народнохозяйственных заданий по выпуску продукции:

$$\sum_{j=1}^{m^k} \sum_{t=1}^{x_j^k} a_{tj}^{kt} x_{tj}^k \geq 0, \quad p=1, \dots, Q,$$

- ограничения на потребление капиталовложений вида  $p$  объединением  $k$  в первом ( $t=T+1$ ) или во втором ( $t=T+2$ ) прогнозируемых периодах при выполнении прогнозируемых заданий по выпуску продукции в данные периоды.

Неравенства, описывающие выполнение заданий по выпуску продукции объединением  $k$  в перспективном периоде, сформулированы следующим образом:

$$\sum_{j=1}^{m^k} \sum_{t=1}^{x_j^k} a_{tj}^{kt} x_{tj}^k \geq X_p^{kt}, \quad t=T+1, T+2, \quad (9)$$

где  $X_p^{kt}$  при  $t=T+1, T+2$  - задание по выпуску товарной продукции объединения  $k$  в прогнозируемых периодах  $T+1$  и  $T+2$ .

Как уже отмечалось выше, в перспективных периодах объединения выпускают один вид продукции.

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{x_j^k} f_{tj}^k x_{tj}^k \geq F^k, \quad t=T, T+2, \quad (10)$$

- ограничения на создание задела незавершенного строительства на последний год планового периода (при  $t=T$ ) и на последний год второго запланового периода (при  $t=T+2$ ).

$$z^k \rightarrow \max, \quad (11)$$

т.е. максимизируется суммарная стоимость конечной продукции объединения в заданном ассортименте.

В результате решения сформулированной задачи (I)-(II) рассчитывается оптимальный план по объединению. Расчет оптимального плана каждого объединения производится в блоке "Подотрасль".

## Глава II. Комплекс "Оптимум"

### § 4. Блок "Подотрасль"

Основным алгоритмом, используемым для решения задач линейного программирования (ЗЛП), является модифицированный симплекс-метод. В процессе работы комплекса "Оптимум" возникают ЗЛП различного размера, поэтому блок состоит из нескольких групп подпрограмм, каждая из которых выполняет одни и те же операции с информацией, хранящейся в различной форме.

Предполагается, что ЗЛП приведена к каноническому виду: минимизировать  $\sum_{p=1}^S l_{op} y_p$  при условиях

$$\sum_{p=1}^S l_{qp} y_p = g_q, \quad q=1, \dots, S, \\ y_p \geq 0,$$

где  $S$  - число ограничений, а  $s$  - число переменных. Известно допустимое решение этой задачи, а именно: задан вектор  $\bar{p} = \{\bar{p}_1, \dots, \bar{p}_s\}$ , такой, что  $y_p = 0$ , если  $p \in \bar{p}$ ; матрица  $\bar{E} = \|l_{qp}\|$ , где  $q=1, \dots, S$ ,  $p \in \bar{p}$ , невырожденная. Допустимое решение определяется как  $\bar{Y} = \bar{E}^{-1} \bar{G}$ , где  $\bar{E} = (E)^{-1}$ . Кро-

ме того, можно вычислить двойственные оценки  $W = E'Y'$ , где  $Y' = \{y_{op} | p \in \bar{P}\}$ . Для построения допустимого решения (матрицы  $E'$  и векторов  $Y$  и  $W$ ) в блоке содержатся подпрограммы  $SLP_0$ ,  $SLP_1$  и  $SLP_2$ . Информация, с которой работают эти подпрограммы, состоит из матрицы  $E$  и вектора  $\bar{P}$ . В оперативной памяти ЭВМ хранятся только ненулевые элементы  $E$ , а так же номера строк, в которых стоят эти элементы. В подпрограмме  $SLP_0$  компоненты матрицы  $E$  и их номера хранятся как два различных массива. Каждый элемент обоих массивов занимает ячейку оперативной памяти. В подпрограммах  $SLP_1$  и  $SLP_2$  в одной ячейке хранятся компонента матрицы  $E$  и соответствующий ей номер. Подпрограмма  $SLP_2$  используется, когда матрица  $E$  не умещается в оперативной памяти и часть её приходится хранить на магнитном носителе.

В модифицированном симплекс-методе могут быть выделены две существенные части:

1. Проверка критерия оптимальности.

П. Определение номера столбца, который должен быть выведен из базиса и формирование нового базиса (изменение соответствующим образом матрицы  $E'$  и векторов  $\bar{P}$ ,  $Y$ ,  $W$ ).

Для реализации части I существуют подпрограммы  $ITER_0$ ,  $ITER_1$  и  $ITER_2$ , которые работают с той же информацией, что и подпрограммы  $SLP_0$ ,  $SLP_1$  и  $SLP_2$ .

Для реализации части II используются подпрограммы  $ITER_5$  и  $ITER_6$ . Первая для случая, когда  $S$  невелико, вторая — для большого  $S$  (конкретные ограничения на параметры задачи определяются типом ЭВМ).

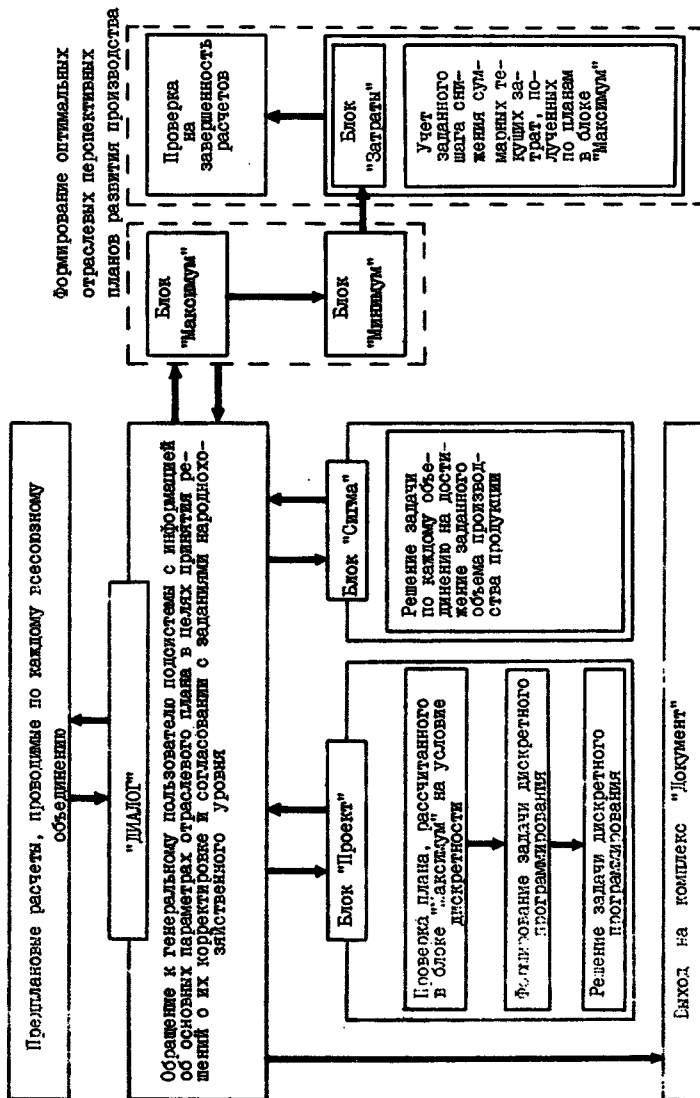
Информацией для работы этих подпрограмм служат векторы  $Y$ ,  $W$  и матрица  $E'$ . В первой из подпрограмм матрица хранится полностью, а во второй — только её ненулевые элементы и номера строк, в которых стоят эти элементы.

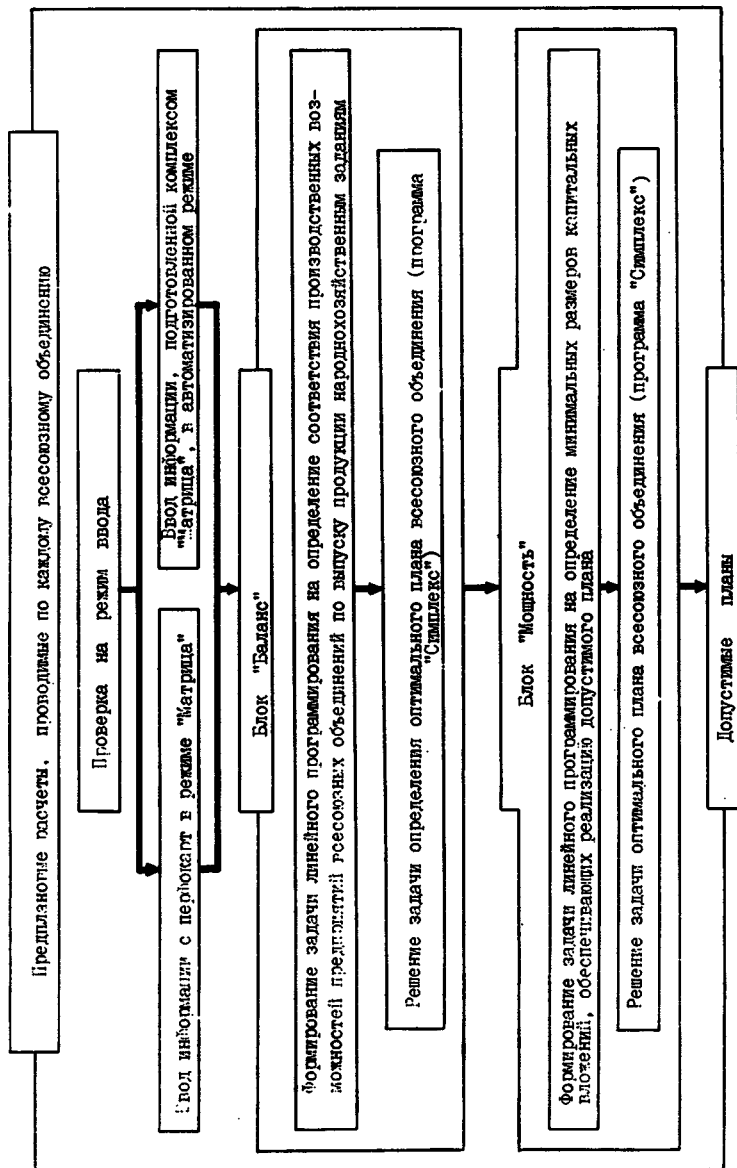
Управляющая программа блока "Подотрасль" считывает из внешней памяти информацию о каждом объединении и комбинирует 5 видов программы для решения ЗЛП:

- |    |           |            |            |
|----|-----------|------------|------------|
| 1) | $SLP_0$ , | $ITER_0$ , | $ITER_5$ ; |
| 2) | $SLR_1$ , | $ITER_1$ , | $ITER_5$ ; |
| 3) | $SLR_1$ , | $ITER_1$ , | $ITER_6$ ; |
| 4) | $SLR_2$ , | $ITER_2$ , | $ITER_5$ ; |



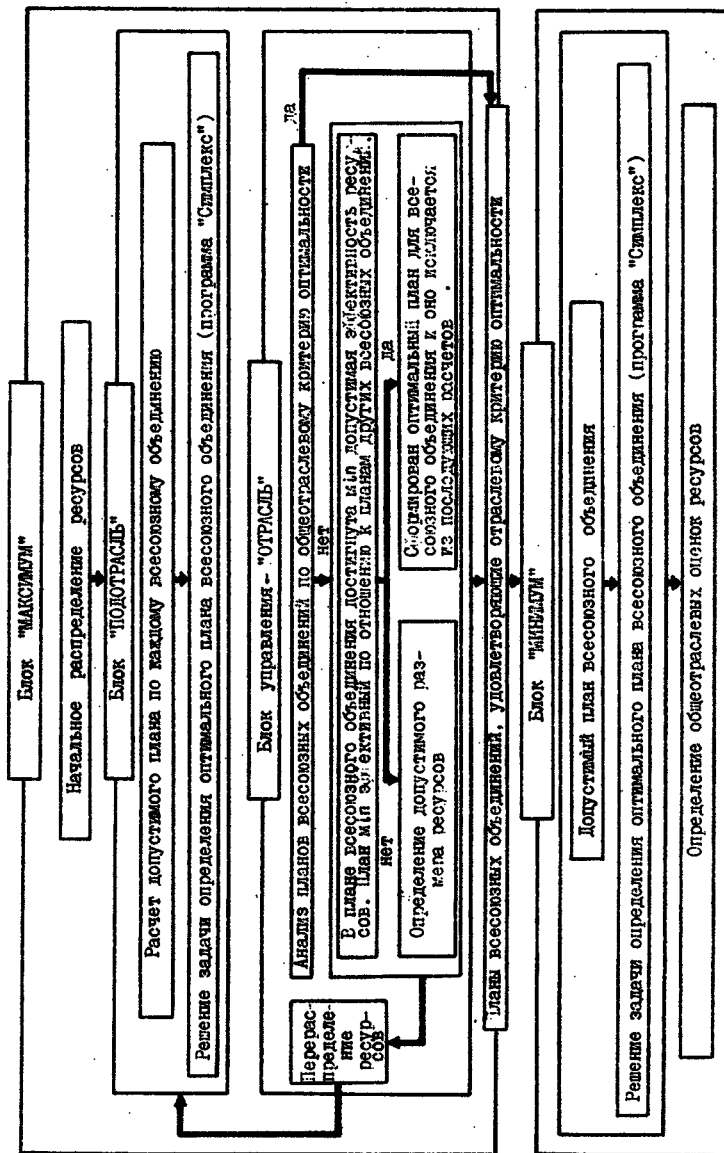
СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА "ОПТИМАУМ"





### Схема 2 (Продолжение 2)

# ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ОТРАСЛЕВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛАНОВ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА



5)           SLP<sub>2</sub>,                   ITER<sub>2</sub>,                   ITER<sub>6</sub>  
в зависимости от параметров задачи.

Предполагается, что задачи объединений могут существенно отличаться одна от другой по объему информации: числу вариантов развития предприятий, числу продуктов, производимых объединением (этим числам соответствуют величины  $s$  и  $S$ ); а также, по числу ненулевых элементов матрицы  $E$ . При фиксированном объеме памяти ЭВМ каждый следующий из вышеперечисленных видов программы позволяет решать задачу большего объема, чем предыдущий, но при этом уменьшается скорость счета.

#### § 5. Проверка соответствия народнохозяйственных заданий по выпуску продукции производственным возможностям отрасли (блок "Баланс")

Выше сформированы задачи определения оптимальных перспективных планов объединений вида (I)–(II), и приведены народнохозяйственные задания по производству продукции объединений  $d_i^{kt}$ ,  $k=1, \dots, K$ ;  $t=1, \dots, T$ ;  $i=1, \dots, n^k$ .

Процесс составления общеотраслевого плана начинается теперь с решения задач объединений с целью проверки соответствия объемов и структуры народнохозяйственных заданий по выпуску продукции производственным возможностям объединений. В этом случае несколько изменяется задача объединений (I)–(II), сформулированная в предыдущем параграфе.

Ограничения на выпуск продукции вида  $i$  объединением  $k$  в год  $t$  записываются следующим образом:

$$\sum_{j=1}^{m^k} \sum_{l=1}^{x_j^k} a_{ijl}^{kt} x_{ijl}^{kt} + \delta_i^{kt} \geq d_i^{kt}, \quad (6')$$

где  $d_i^{kt}$  – количество продукта  $i$  объединения  $k$ , которое необходимо произвести в год  $t$  для удовлетворения народнохозяйственных потребностей;  $\delta_i^{kt}$  – величина несоответствия производственных возможностей объединения  $k$  по производству продукта  $i$  в год  $t$  величине народнохозяйственных заданий. На величины  $\delta_i^{kt}$  накладывается ограничение

$$\delta_i^{kt} \geq 0. \quad (4')$$

В данном случае ограничения по капиталовложениям не являются лимитирующим фактором для каждого объединения, т.е. в задачах объединений величина  $C_p^k$  ( $p=1, \dots, Q$ ) задается в размере большем либо равном максимально возможному объему потребления капиталовложений вида  $K_p^k$ . Тогда лимитирующим фактором при выборе плана объединений будут производственные мощности.

Решаются задачи объединений (1)-(3), (4'), (5), (6'), (7) - (10) при критерии оптимизации на минимум несоответствия производственных возможностей народнохозяйственным заданиям по выпуску продукции вида  $i$  ( $i=1, \dots, n^k$ ):

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{n^k} \delta_i^{kt} \rightarrow \min.$$

В результате решения задач объединений возможны два случая.

1. По плану объединения  $k$  в год  $t$  для продукта с номером  $\xi$  ( $1 \leq \xi \leq n^k$ ) народнохозяйственные задания превышают максимально возможный выпуск данного продукта, т.е.  $\delta_{\xi}^{kt} > 0$ .

В данном случае следует обращение к генеральному пользователю подсистемы, которому сообщается, что продукт  $\xi$  в объединении  $k$  в год  $t$  не может быть произведен в размере большем, чем  $d_{\xi}^{kt} - \delta_{\xi}^{kt}$ .

2. По планам всех объединений в каждом из расчетных периодов оказывается, что производственные возможности позволяют выполнить народнохозяйственные задания по каждому из продуктов ( $\delta_i^{kt} = 0$ ,  $k=1, \dots, K$ ;  $t=1, \dots, T$ ;  $i=1, \dots, n^k$ ). В этом случае автоматически передается управляющая команда на работу следующего блока комплекса "Оптимум" (блока "Мощность").

В первом случае генеральный пользователь подсистемы "Перспективное планирование" "АСУ-Прибор-П" может приостановить процесс формирования общепромышленного перспективного плана и обратиться в проектные институты Минприбора с заданием подготовить информацию о возможном строительстве новых предприятий, которые могли бы покрыть дефицит по продукту  $\xi$  объединения  $k$  в год  $t$ . Возобновление процесса составления общепромышленного перспективного плана в данном случае начинается с ввода информации:

1. На вход комплекса "Информ", если принято решение о возможном строительстве предприятий, покрывающих возможный дефицит по продукту  $\xi$  объединения  $K$  в год  $t$ . В этом случае процесс составления общетраслевого плана проходит все перечисленные выше стадии информационной подготовки ("Информ", "Вариант", "Матрица") и далее повторно включается в работу блок "Баланс" комплекса "Оптимум" для расчета задач объединений на соответствие структуры и объемов народнохозяйственных заданий по выпуску продукции производственным возможностям.

2. Процесс составления общетраслевого перспективного плана продолжается при введении информации о новых размерах народнохозяйственных заданий по выпуску продукции в следующий блок - "Мощность".

#### § 6. Определение минимальных размеров капиталовложений, необходимых для построения допустимого плана по отрасли в целом (блок "Мощность")

Предприятия в модели объединения представлены несколькими вариантами их развития (технологическими способами). Каждый из вариантов развития предприятия соответствует определенной мощности, которую можно достичь при соответствующих капиталовложениях. Условие (4) в модели объединения означает, что в плане должна использоваться мощность предприятия, большая либо равная минимально возможной. Следовательно, данное условие на использование мощности предприятия означает и то, что существует для каждого объединения минимально допустимый размер капиталовложений, при котором можно построить план объединения. Таким образом, и для отрасли в целом существует минимально допустимый размер капиталовложений, при котором возможно построение плана для всех объединений вместе взятых.

Кроме того, существование минимально допустимого размера капиталовложений для каждого объединения и для отрасли в целом обуславливается и сформулированными в модели объединения ограничениями на задел незавершенного строительства, который необходимо иметь на конец планового периода - ограничения вида (10).

Для определения минимально возможного объема капиталовложений вида  $\rho$  ( $\rho = 1, \dots, Q$ ) по каждому объединению решается задача линейного программирования (1), (3), (4'), (5)-(10), (12.2), сформулированная в § 3 настоящей главы, со следующими изменениями:

1. Ограничения на суммарный объем капиталовложений за весь плановый период записываются следующим образом:

$$\sum_{\tau=1}^T \sum_{t=1}^t x_{\rho, m^k + \tau}^k - u_{\rho}^k \leq 0, \quad \rho = 1, \dots, Q, \quad (4'')$$

2. Критерий оптимальности в данном случае формулируется как

$$\sum_{\rho=1}^Q u_{\rho}^k \rightarrow \min \quad (12.2)$$

В результате решения задач объединений с указанными изменениями определяются величины  $\bar{u}_{\rho}^k$ ,  $\rho = 1, \dots, Q$ ,  $k = 1, \dots, K$ , которые являются минимально возможными объемами капиталовложений вида  $\rho$ , необходимыми для построения планов объединений.

Величина  $U_{\rho} = \sum_{k=1}^K \bar{u}_{\rho}^k$ ,  $\rho = 1, \dots, Q$ , составит минимально возможный объем капиталовложений вида  $\rho$ , необходимый для существования допустимого плана по отрасли в целом.

Пусть  $b_{\rho}$  — размер заданного общетраслевого ресурса капиталовложений ( $\rho = 1, \dots, Q$ ).

В результате определения допустимого размера капиталовложений по отрасли в целом возможны три случая:

1.  $U_{\bar{\rho}} > b_{\bar{\rho}}$  — когда по отрасли в целом минимально допустимый размер капиталовложений вида  $\bar{\rho}$  больше выделенного отрасли объема капиталовложений этого же вида. Согласно сформулированной выше задаче объединения (1)-(3), (4), (5)-(10), (12.2) по отрасли в целом не существует допустимого плана при использовании производственных мощностей на уровне меньшем, чем в базовом году планового периода.

В этом случае следует обращение к генеральному пользователю подсистемы "Перспективное планирование" с информацией (в табличной форме) о недостающем размере капиталовложений. Генеральный пользователь может либо задать новое значение объема

капиталовложений дефицитного вида  $\bar{p}$  (не меньше чем величина  $U_{\bar{p}}$ ), либо, не изменяя первоначально заданной величины капиталовложений, разрешить использовать мощности предприятий на уровне меньшем, чем в базовом году планового периода. Во втором случае следует обращение к комплексу "Информ", который должен сформировать варианты развития предприятий по всем объединениям, описывающие неполное использование производственных мощностей, имеющихся в базовом году планового периода. В этом случае процесс составления отраслевого плана проходит последовательно все рассмотренные выше этапы: формирование вариантов развития предприятий (комплекс "Вариант"), формирование матриц задач объединений (комплекс "Матрица"), проверку данной информации в блоке "Баланс" комплекса "Оптимум", а также определение минимально возможных размеров капиталовложений, необходимых для построения допустимых планов задач объединений и отрасли в целом (блок "Мощность" комплекса "Оптимум").

2.  $U_p = b_p$ ,  $p = 1, \dots, Q$ , - когда по всем видам капиталовложений в целом по отрасли минимально допустимый размер совпадает с заданным объёмом. Очевидно, что в этом случае после решения задач объединений вида (I)-(II) при капиталовложениях  $U_p$  сформирован общепромышленный план и происходит переход к следующему этапу составления отраслевого плана - к определению размера капиталовложений, необходимых отрасли для полного удовлетворения народнохозяйственных потребностей в продукции отрасли (функционирование блока "Минимум" комплекса "Оптимум").

3.  $U_{\bar{p}} < b_{\bar{p}}$  - когда по какому-либо виду капиталовложений ( $\bar{p}$ ) минимальная потребность будет меньше заданной величины в целом по отрасли. По другим видам капиталовложений возможно, что минимальная потребность будет меньше либо равна заданному объёму. В этом случае найден допустимый план по объединениям и по отрасли в целом. Процесс составления отраслевого плана переходит к нахождению максимально возможного приближения выпуска продукции к заданным народнохозяйственным потребностям - функционирование блока "Максимум" комплекса "Оптимум".



§ 7. Процесс построения общетраслевого плана с максимальным приближением выпуска продукции к народнохозяйственным потребностям при заданных ограничениях на капиталовложения (блок "Максимум")

**И. Первый шаг.** Процесс построения общетраслевого плана начинается с определения допустимого распределения общетраслевого фонда капиталовложений  $b_p, p=1, \dots, Q$ . Допустимым для отрасли в целом будет такое распределение капиталовложений, когда

$$C_p^k(1) \geq \bar{u}_p^k, \quad k=1, \dots, K; \quad p=1, \dots, Q \quad \text{и} \quad \sum_{k=1}^K C_p^k(1) \leq b_p, \quad p=1, \dots, Q,$$

т.е. когда выделенные объединениям размеры капиталовложений будут не меньше чем минимально допустимая их величина, определенная по решению задач объединений в предыдущем блоке "Мощность". Поэтому первоначальное распределение общетрасловых ресурсов капиталовложений проводится пропорционально минимальной потребности в них, т.е. пропорционально величинам

$$\bar{u}_p^k.$$

$$C_p^k = \frac{b_p}{\sum_{k=1}^K \bar{u}_p^k} \bar{u}_p^k, \quad p=1, \dots, Q, \quad k=1, \dots, K.$$

Затем следует решение задач объединений при ограничениях  $C_p^k(1)$ . Поскольку все последующие операции отличаются от первого шага только определением начального допустимого распределения капиталовложений, то перейдем к описанию шага  $\gamma$ .

**П. Общий шаг процесса.**

На шаге  $\gamma$  известны:

а) объем капиталовложений  $b_p$  ( $p=1, \dots, Q$ ), выделенный отрасли в целом;

б)  $C_p^k(\gamma)$  — объем ресурса вида  $p$  ( $p=1, \dots, Q$ ), выделенный объединению  $k$  на предыдущем шаге;

в)  $X^k(\gamma)$  — план, достигнутый объединением  $k$  при выделенных ему ресурсах  $C_p^k(\gamma)$ ;

г)  $z^k(\gamma)$  — уровень выпуска конечной продукции в ассортиментном наборе объединением  $k$ ;

д)  $\pi_p^k(\gamma)$  - оценки капиталовложений вида  $p$  по плану объединения  $k$  на шаге  $\gamma$ ;

е)  $d_{it}^{kt}$ ,  $i=1, \dots, n^k$ ;  $k=1, \dots, K$ ;  $t=1, \dots, T$ , - количество продукта  $i$  объединения  $k$ , удовлетворяющее спрос на него в год  $t$ .

По заданному критерию точности реализации процесса формирования отраслевого плана проверяется результат решения задач объединений на шаге  $\gamma$ : процесс завершен, если

$$\frac{\max_k z^k(\gamma)}{\min_k z^k(\gamma)} \leq 1 + \varepsilon_1,$$

в противном случае процесс следует продолжить.

1. Определяется  $\min_k z^k(\gamma)$ , т.е. достигнутый по планам задач объединений допустимый для всей отрасли в целом уровень выпуска конечной продукции в общем наборе. Пусть  $\min_k z^k(\gamma) = z^{k_0}(\gamma)$ , т.е. минимум достигается в объединении  $k = k_0$ .

2. Определяется допустимый для всей отрасли уровень выпуска конечной продукции с учетом заданного спроса на продукцию объединений  $z^0(\gamma)$ ;

$$z^0(\gamma) = \begin{cases} z^{k_0}(\gamma), & \text{если } z^{k_0}(\gamma) < 1, \\ 1, & \text{если } z^{k_0}(\gamma) > 1. \end{cases}$$

В первом случае допустимый для отрасли в целом уровень выпуска продукции совпадает с минимальным в объединении  $k = k_0$ , так как по всем продуктам достигнутый объем производства не превышает заданной потребности. Во втором случае процесс построения перспективного отраслевого плана завершен, так как найдено распределение общесистемных ресурсов, при котором объединения сформировали планы, обеспечивающие выполнение народнохозяйственных заданий по выпуску продукции.

3. Формируется набор для шага  $\gamma + 1$ . Описываемое ниже формирование нового набора выпуска продукции объединениями происходит в том случае, когда народнохозяйственные задания по некоторым продуктам превышают производственные возможности

объединений. Если данное превышение имеет место по всем продуктам, либо для всех них данное превышение отсутствует, то ассортиментный набор выпуска продукции объединений не изменяется.

Если на шаге  $\gamma$  по некоторым продуктам подотрасли  $k = k_0$  достигается максимально возможный выпуск, который меньше либо равен заданной потребности на этот продукт, то подобные лимитирующие продукты исключаются из набора. В данном случае увеличение уровня выпуска набора в объединении  $k = k_0$  лимитируют не общетраславые ресурсы капиталовложений, а производственные мощности, используемые для выпуска продукта с номером  $s^{k_0}$ .

Следовательно, если выполняются условия, что

$$x^{k_0}(\gamma) = \min_k x^k(\gamma),$$

$$x_{s^{k_0}}^{k_0, t}(\gamma) > 0, \quad x_p^{k_0}(\gamma) = 0, \quad p = 1, \dots, Q,$$

то данный продукт с номером  $s^{k_0}$  исключается из набора. Здесь

$x_{s^{k_0}}^{k_0, t}$  - оценка продукта  $s^{k_0}$  подотрасли  $k_0$  в год  $t$ .

4. Формируется вектор ограничений по продуктам. Как видно из приведенной в § 3 модели, решение задачи формирования оптимальных планов объединений начинается при ограничениях по продуктам, сформулированных в виде неравенств (6). По продукту, который является лимитирующим на шаге  $\gamma$ , по плану объединения с минимальным уровнем выпуска набора на шаге  $\gamma + 1$  задается ограничение на выпуск его в том размере, который был достигнут при полном использовании производственных мощностей, т.е. что

$$\sum_{j=1}^{m^{k_0}} \sum_{l=1}^{L_j^{k_0}} a_{s^{k_0} l_j}^{k_0, t} x_{l_j}^{k_0}(\gamma+1) = d_{s^{k_0}}^{k_0, t} x^{k_0}(\gamma). \quad (13)$$

5. Определяется  $\bar{C}_p^k(\gamma)$  - объем капиталовложений вида  $p$ , который необходим объединению  $k$  для выпуска набора на уровне  $x^{k_0}$ , т.е. допустимом для всей отрасли с учетом наличия лимитирующих продуктов (по мощностям).

$$\bar{C}_p^k(\gamma) = \max \{ R_p^k X^k(\gamma) \frac{z^{k_0}(\gamma)}{z^k(\gamma)}, \bar{u}_p^k \}. \quad (14)$$

Таким образом, если ресурс вида  $p$  является лимитирующим по плану объединения  $k$  ( $\pi_p^k(\gamma) > 0$ ), то происходит его изъятие на величину, определивщую превышение уровня выпуска товарной продукции данного объединения  $z^k(\gamma)$  над допустимым на данном шаге уровнем, равным  $z^{k_0}(\gamma)$ . В данном случае изымается ресурс вида  $p$  в размере

$$C_p^k(\gamma) \left( 1 - \frac{z^{k_0}(\gamma)}{z^k(\gamma)} \right),$$

но всегда допустимый размер ресурса  $\bar{C}_p^k(\gamma)$  не меньше чем минимально необходимый его объем  $\bar{u}_p^k$ .

Если же ресурс вида  $p$  не является лимитирующим по плану объединения  $k$  ( $\pi_p^k(\gamma) = 0$ ), то у него изымается весь неиспользованный его объем и происходит изъятие используемой части до размера, обеспечивающего выполнение допустимого для всей системы уровня выпуска продукции ( $z^{k_0}(\gamma)$ ), т.е. изымается ресурс вида  $p$  в размере

$$C_p^k(\gamma) - R_p^k X^k(\gamma) \left( 1 - \frac{z^{k_0}(\gamma)}{z^k(\gamma)} \right)$$

Как уже отмечалось выше, подобное изъятие "излишков" ресурсов из объединений, проводимое по формуле (14), обеспечивает достижение по каждому объединению и, следовательно, по отрасли в целом на шаге  $\gamma$  уровня выпуска конечной продукции в наборе  $d(\gamma+1)$ , большем либо равном  $z^{k_0}(\gamma)$ , т.е.

$$z^{k_0}(\gamma) \leq \min_k z^k(\gamma+1).$$

При реализации процесса предусматривается изъятие ресурсов таким образом, чтобы их объем на всех последующих шагах был не меньше чем необходимый для выполнения ограничений по выпуску продукции, ставшей ранее лимитирующей, т.е. чтобы выполнялось условие:

$$\bar{C}_p^k(\gamma) \geq R_p^k X^k(d),$$

где  $\alpha$  - шаг, на котором выполняются условия (13).

6. Вычисляется  $\Delta b_p(\gamma)$  - количество капиталовложений вида  $p$ , изымаемое из объединений на шаге  $\gamma + 1$  процесса формирования отраслевого плана.

$$\Delta b_p = b_p - \sum_{k=1}^K \bar{c}_p^k(\gamma).$$

7. Определяется  $\Delta C_p^k(\gamma)$  - количество ресурсов капиталовложений  $\Delta b_p(\gamma)$ , перераспределяемое объединениям.

$$\Delta C_p^k(\gamma) = \frac{\Delta b_p(\gamma)}{(\sum_{k=1}^K \frac{1}{\pi_p^k(\gamma)}) \pi_p^k(\gamma)}, \quad k=1, \dots, K.$$

В перераспределении изъятого количества капиталовложений участвуют все объединения, по планам которых  $\pi_p^k(\gamma) > \varepsilon_2$ . В случае, если по плану какого-либо объединения на шаге  $\gamma$   $\pi_p^k(\gamma) \leq \varepsilon_2$ , то изъятие у него ресурсов по формуле (14) производится, а в перераспределении ресурсов  $\Delta b_p(\gamma)$  данное объединение не участвует.

По своему смыслу оценка капиталовложений, получаемая по плану объединения  $k$ , представляет собой показатель предельной величины капиталотдачи:

$$\pi_p^k(\gamma) = \frac{\partial (z^k(\gamma) \sum_{i=1}^n d_i^k)}{\partial (C_p^k(\gamma))}.$$

Введение нижней границы на оценку капиталовложений ( $\varepsilon_2$ ) означает, что ресурс вида  $p$  не будет распределяться сверх величины  $\bar{c}_p^k(\gamma)$  в объединении  $k$ , если величина капиталотдачи меньше заданной.

Величина  $\varepsilon_2$  является управляющим параметром, который может устанавливаться и по каждому отдельному объединению.

8. Определяются величины  $\bar{c}_p^k(\gamma+1)$  - ограничения по капиталовложениям в объединении  $k$  на следующем шаге формирования отраслевого плана.

$$\bar{c}_p^k(\gamma+1) = \bar{c}_p^k(\gamma) + \Delta \bar{c}_p^k(\gamma).$$

9. Решаются задачи формирования оптимальных планов объединений при ограничениях  $C_p^k(y+1)$ ,  $k=1, \dots, K$ ;  $p=1, \dots, Q$ ; и используемом наборе  $d^k(y+1)$ .

Как уже отмечалось, процесс построения общепромышленного плана как максимально приближенного к заданным народнохозяйственным потребностям по выпуску продукции проводится при возможном несоответствии данных потребностей производственным возможностям отрасли. На определенном шаге процесса может оказаться, что производство какого-либо продукта достигло максимально возможного уровня, т.е. лимитирующим фактором являются не общесистемные ресурсы, а производственные мощности. В этом случае объем производства данного продукта фиксируется в задачах объединений как уровень, ниже которого его производить нельзя на всех последующих шагах процесса. Отрасль в целом переходит к нахождению единого для всех объединений и максимального для каждого из них уровня выпуска продукции в ассортиментном наборе, из которого исключен данный лимитирующий продукт и т.д.

Следовательно, по отрасли в целом при фиксированных размерах общесистемных ресурсов ставится задача максимального приближения к заданным народнохозяйственным потребностям на продукцию объединений, т.е. лексикографически максимизируется набор значений целевых функций вида:

$$\text{lex max} \left\{ \sum_{i,k,i} d_i^{kt} z, \left( \sum_{i,k,i} d_i^{kt} - d_i^{11} \right) z_1, \dots \right. \\ \left. \dots, \left( \sum_{i,k,i} d_i^{kt} - d_{n^k}^{KT} \right) z^\omega, \dots, d_i^{11} z_{2^\omega}, \dots, d_{n^k}^{KT} z_{2^\omega-1} \right\},$$

где  $\omega = \left( \sum_{k=1}^K n^k \right) \cdot T$  - число продуктов в общепромышленном наборе.

Здесь

$z$  - единый для всех объединений и максимальный для каждого из них уровень выпуска конечной продукции в полном (по продуктам) общепромышленном наборе;

$z_1$  - единый для всех объединений и максимальный для каждого из них уровень выпуска конечной продукции в общепромышленном наборе с учетом выбытия из него (как лимитирующего) продукта с номером  $i=1$  объединения  $k$  в год  $t=1$ ;

$z_{2^\omega-1}$  - уровень производства конечной продукции одного продукта

с наибольшим номером в последнем по порядку из объединений в год  $t = T$ , когда все другие продукты являются лимитирующими.

Блок "Максимум" использует в процессе работы:

1. Блок "Подотрасль", реализующий решение задачи нахождения оптимального плана объединения.
2. Блок "Отрасль", реализующий процесс перераспределения ресурсов между объединениями для нахождения максимального приближения выпуска продукции отрасли к народнохозяйственным заданиям.

Предусмотрена возможность, минуя блок "Отрасль", найти перспективный план отрасли при заданных для каждого объединения общесистемных ресурсах самим пользователем подсистемы.

После завершения работы блока "Максимум" генеральному пользователю подсистемы выдается на печать в виде таблиц информация об основных параметрах рассчитанного перспективного плана отрасли, которая включает в себя:

- 1) Выпуск товарной продукции объединениями и отраслью в целом (по годам пятилетки).
- 2) Процент удовлетворения народнохозяйственных потребностей на продукцию объединений (по годам пятилетки).
- 3) Распределение капиталовложений (по видам) между объединениями.
- 4) Оценки предельной эффективности капиталовложений (капиталоотдача) по объединениям и по отрасли в целом.

8. нахождение верхней и нижней оценок объемов капиталовложений, необходимых для выполнения народного - хозяйственных заданий по выпуску продукции (блок "Минимум")

Когда выделенных отрасли централизованных ресурсов недостаточно для выполнения народнохозяйственных заданий по выпуску продукции, необходимо определить объем ресурсов, при которых данные задания могут быть выполнены.

Наиболее очевидным подходом для нахождения величины общесистемных ресурсов, необходимых для выполнения народнохозяйственных заданий, является решение общепромышленной задачи на минимум затрат капиталовложений при заданных потребностях на продукцию.

Однако решать такую задачу линейного программирования большого объема для получения только вспомогательной информации к полученному плану не представляется целесообразным. Поэтому избран более простой подход к получению данной информации, который дает приближенное значение размеров общесистемных ресурсов, необходимых для выполнения народнохозяйственных заданий.

По плану, реализованному блоком "Максимум", на шаге  $\gamma = \beta$  процесса формирования общетраслевого плана получены значения:

1.  $z^k(\beta)$ ,  $k=1, \dots, K$ , - уровни выполнения народнохозяйственных заданий по выпуску продукции по плану объединения  $k$ , такие, что

$$\frac{\max_k z^k(\beta)}{\min_k z^k(\beta)} \leq 1 + \varepsilon_1.$$

2.  $\pi_p^k(\beta)$ ,  $p=1, \dots, Q$ ;  $k=1, \dots, K$ , - оценки капиталовложений вида  $p$  объединений  $k$ ;

3.  $C_p^k(\beta)$ ,  $p=1, \dots, Q$ ;  $k=1, \dots, K$ , - количества капиталовложений вида  $p$ , выделенное объединению  $k$ .

а) Предполагается, что оценка эффективности дополнительных вложений ресурсов вида  $p$  будет на уровне предельной эффективности ресурсов, полученной по планам объединений на шаге  $\gamma = \beta$ . Тогда потребность в капиталовложениях вида  $p$  при  $z^k = 1$ , будет равна

$$C_p^k(\beta) + \frac{\sum_{i=1}^T \sum_{t=1}^{n^k} d_i^{kt} (1 - z^k(\beta))}{\pi_p^k(\beta)}, \quad p=1, \dots, Q, \quad k=1, \dots, K.$$

В целом по отрасли потребность в ресурсе вида  $p$  составит

$$b_p + \sum_{k=1}^K \left( \frac{\sum_{i=1}^T \sum_{t=1}^{n^k} d_i^{kt} (1 - z^k(\beta))}{\pi_p^k(\beta)} \right) = p^1, \quad p=1, \dots, Q.$$

Данная оценка потребности в капиталовложениях будет нижней ("оптимистической") оценкой, т. к. чем больше величина  $(1 - z^k(\beta))$ , тем выше вероятность того, что выполнение народнохозяйственных заданий будет проводиться за счет привлечения более капиталоемких вариантов развития предприятий.



б) Верхняя оценка потребности в капиталовложениях вида  $p$  объединения  $k$  при  $\bar{x}^k = 1$  определяется в результате решения задач, в которых вводятся следующие изменения:

1. Ограничения на капиталовложения задаются в размере, превышающем их возможное потребление в объединении  $k$  при  $\bar{x}^k = 1$ .

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^t x_{p, m^k+t}^k + y_p^k \leq N_p^k, \quad p=1, \dots, Q,$$

$N_p^k$  - достаточно большое число, превышающее по своему значению величину максимального потребления ресурса  $p$  в объединении  $k$ .

2. Ограничения на выпуск продукции (6) переформулируются в следующем виде:

$$\sum_{j=1}^{m^k} \sum_{t=1}^{\bar{x}_j^k} a_{i, t, j}^{k, t} x_{t, j}^k \geq d_i^{k, t}, \quad i=1, \dots, n^k; t=1, \dots, T.$$

3. При условии, что достигает максимума суммарная величина экономии ресурсов:

$$\sum_p \pi_p^k(p) y_p^k \rightarrow \max.$$

Здесь  $y_p^k$  - величина экономии ресурса вида  $p$  по плану объединения  $k$ .

В результате решения задач объединений на максимум экономии ресурсов при выполнении народнохозяйственных заданий по выпуску продукции определяется вектор интенсивностей

$$\bar{x}^k = \{\bar{x}_{t, j}^k\}, \quad k=1, \dots, K; \quad j=1, \dots, m^k; \quad t=1, \dots, \bar{x}_j^k.$$

По полученному плану объединения  $k$  размер потребления ресурса вида  $p$  на выполнение народнохозяйственных заданий по выпуску продукции составит

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^{m^k} \sum_{i=1}^{\bar{x}_j^k} a_{p, t, j}^{k, t} \bar{x}_{t, j}^k, \quad p=1, \dots, Q.$$

В целом по отрасли потребление ресурса вида  $p$  составит

$$P_{\rho}^2 = \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^{L_j^k} \gamma_{\rho l_j}^{kt} \bar{x}_{l_j}^k, \quad \rho = 1, \dots, Q.$$

Очевидно, что данный размер ресурса вида  $\rho$  будет выше того, который был бы получен при решении общепромышленной задачи на минимум суммарных затрат капиталовложений.

Учитывая свои конкретные возможности, отрасль может запросить объем капиталовложений вида  $\rho$ , необходимый для выполнения народнохозяйственных заданий в размере  $P_{\rho}$ , при условии, что

$$P_{\rho}^1 \leq P_{\rho} \leq P_{\rho}^2.$$

После завершения работы блока "Минимум" (определения  $P_{\rho}^1$  и  $P_{\rho}^2$ ) выдается на печать таблица, содержащая информацию о потребности объединений в капиталовложениях (по видам) при выполнении народнохозяйственных заданий по выпуску продукции (верхняя и нижняя оценка).

#### § 9. Корректировка плана, сформированного в блоке "Максимум", на условия дискретности (блок "Проект")

Отраслевой план, сформированный в блоке "Максимум", считается окончательным в случае, когда по каждому предприятию компоненты вектора выпуска продукции, рассматриваемые в зависимости от капитальных вложений, являются выпуклыми функциями. В противном случае план, найденный при решении задач линейного программирования, рассматривается как исходный для получения отраслевого плана, удовлетворяющего следующим условиям:

1. Для каждого действующего предприятия в план должен входить только один из заданных вариантов развития с единичной интенсивностью.

2. Для каждого вновь создаваемого предприятия в план может войти только один из заданных вариантов с интенсивностью большей либо равной фиксированной величине и меньшей либо равной единице.

Дискретный отраслевой план формируется в блоке "Проект" при условии наименьшего отклонения выпуска продукции (по структуре)

от достигаемого по оптимальному линейно-программному плану. Определение дискретного плана проводится независимо по каждому объединению.

В начале работы блока из рассмотрения исключаются все предприятия, как действующие, так и строящиеся, у которых в оптимальный план, определенный в блоке "Максимум", вошел с интенсивностью  $x_{ij}^k = 1$   $l$ -ый вариант развития.

Определяется число возможных комбинаций вариантов развития предприятий объединения  $k$ , не получивших целочисленного значения интенсивностей их применения по плану блока "Максимум". Если для используемой ЭВМ данное число невелико (например, для БЭСМ-6  $\prod_{j \in P^k} x_j^k \leq 10^6$ ), то определяется целочисленный план полным перебором всех возможных комбинаций вариантов.

Здесь  $P^k$  - множество номеров предприятий объединения  $k$ , не получивших целочисленного значения интенсивностей их применения по плану блока "Максимум". В этом случае по каждому объединению решается задача (I)-(II) с дополнительными ограничениями на переменные  $x_{ij}^k$ , которые могут принимать значения нуль либо единица. В противном случае, когда число  $\prod_{j \in P^k} x_j^k$  велико, для решения методом полного перебора используется другой алгоритм построения дискретного плана.

Для каждого действующего предприятия, у которого в оптимальный план вошло несколько вариантов, выбираем вариант  $l$ , при котором потребляется наименьшее количество ресурсов, т.е. достигает минимума по  $l$  величина  $\sum_{p=1}^P \sum_{i=1}^I x_{pi}^{lk}$ . Полагаем, что для каждого строящегося предприятия, у которого в оптимальный план вошло несколько вариантов развития, или один с интенсивностью  $x_{ij}^k < 1$ , не существует вошедших в дискретный план вариантов. Суммируем ресурсы, используемые всеми действующими и строящимися предприятиями, вошедшими в дискретный план, и определяем наличие свободных ресурсов по формулам:

$$\Delta R_p^k = C_p^k(\beta) - \sum_{i=1}^I \sum_{j \in P^k} x_{pj}^{lk}, \quad p = 1, \dots, Q,$$

где зафиксировано выше для каждого  $j$ .

Для предприятий, не исключенных из рассмотрения, находим оценки всех способов  $\omega_{ij}^k$  следующим образом:

$$\omega_{l_j}^k = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \pi_i^{kt} a_{il_j}^{kt}, \quad l = 1, \dots, L_j^k,$$

и оценки

$$\omega_{l_j}^{kt} = \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^Q \pi_p^{kt} \chi_{pl_j}^{kt}, \quad j = 1, \dots, m^k.$$

Проверяем все, не исключенные из рассмотрения действующие предприятия. Для каждого из них выбираем вариант развития такой, чтобы, во-первых,

$$\sum_{t=1}^T \chi_{pl_j}^{kt} < \Delta R_p + \sum_{t=1}^T \chi_{pl_j}^{kt}, \quad p = 1, \dots, Q;$$

во-вторых, для всех  $l$ , удовлетворяющих этим условиям, достигала максимума величина

$$\frac{\omega_{l_j}^k - \omega_{l_j}^{kt}}{\omega_{l_j}^{kt} - \omega_{l_j}^{kt}}.$$

Зафиксировав этот вариант развития, изменяем величины  $\Delta R_p$  соответствующим образом. Если после проверки какого-либо предприятия одна из величин  $\Delta R_p$  станет равной нулю, то работа блока "Проект" прекращается.

Если после проверки всех действующих предприятий окажется, что  $\Delta R_p > 0$ ,  $p = 1, \dots, Q$ , то начинаем просматривать строящиеся предприятия, выбирая для каждого из них вариант, при котором достигает максимума величина  $\frac{\omega_{l_j}^k}{\omega_{l_j}^{kt}}$  при всех  $l$ , удовлетворяющих условиям:

$$\lambda_{l_j}^k \sum_{t=1}^T \chi_{pl_j}^{kt} \leq \Delta R_p, \quad p = 1, \dots, Q,$$

где  $\lambda_{l_j}^k$  - интенсивность, с которой вводится выбранный вариант. Она должна удовлетворять ограничениям

$$\bar{\lambda}_{l_j}^k \leq \lambda_{l_j}^k \leq 1.$$

Отраслевой план, сформированный при достижении максимального приближения выпуска продукции к заданным народнохозяйствен-

ным потребностям, отражает лишь одно из наиболее существенных требований. Другим необходимым условием, которому должен удовлетворять данный план, является обязательное достижение директивного заданного суммарного выпуска продукции за плановую пятилетку. Поэтому план, сформированный в блоке "Максимум" и скорректированный в блоке "Проект", проверяется на выполнение данного условия. В случае, когда максимально возможное приближение выпуска продукции отрасли достигнуто при суммарном выпуске в размере не меньшем, чем его директивно заданная величина, отраслевой план считается сформированным. В противном случае определяется величина неувязки  $\Delta$ , которая выводится на печать для представления на высший отраслевой уровень управления.

В том случае, если генеральный пользователь системы принял решение о корректировке плана с целью достижения заданного суммарного выпуска продукции отрасли, процесс формирования отраслевого плана продолжается в блоке "Сигма".

#### § 10. Формирование отраслевого плана на минимально возможное нарушение ассортимента для выполнения задания по суммарному выпуску продукции (блок "Сигма")

1. Определяются оценки капиталовложений, целочисленных планов, рассчитанных по объединениям в блоке "Проект" ( $\bar{z}_p^k$ ).

$$\bar{z}_p^k = \frac{A^k X^k}{C^k}, \quad p=1, \dots, Q; \quad k=1, \dots, K,$$

где  $A^k$  - матрица коэффициентов выпуска продукции задачи объединения  $k$ ;

$X^k$  - дискретный план объединения  $k$ , определенный в блоке "Проект".

$C_p^k$  - объем ресурсов вида  $p$ , выделенный объединению  $k$  по плану блока "Максимум". Данная величина ресурса  $p$  является фиксированной для планов, рассчитываемых в блоках "Проект" и "Сигма".

2. Вычисляется величина изъятия ресурса  $p$  -  $\varphi_p^k$ :

$$\varphi_p^k = \min \left\{ (C_p^k - \bar{u}_p^k), \frac{\Delta}{\sigma_p^k \sum_{k=1}^K \frac{1}{\sigma_p^k}} \right\}, \quad p=1, \dots, Q,$$

где оставшийся у объединения  $k$  ресурс  $p$  не должен быть меньше его величины, необходимой для существования допустимого плана при заданных ограничениях (2) на обязательное использование производственных мощностей.

3. Находится суммарная величина ресурса  $p$  для перераспределения между объединениями

$$\Phi_p = \sum_{k=1}^K \varphi_p^k, \quad p=1, \dots, Q.$$

4. Определяется новое распределение ресурса  $p$  между объединениями

$$\bar{C}_p^k = C_p^k - \varphi_p^k + \frac{\Phi_p}{\sum_{k=1}^K \sigma_p^k} \sigma_p^k, \quad p=1, \dots, Q.$$

5. Решаются задачи определения дискретного плана, описанные в блоке "Проект" с ограничениями по ресурсам, равным  $\bar{C}_p^k$ .

6. Определяется величина неувязки суммарного выпуска продукции полученным дискретным планам объединений.

7. Если эта величина положительна ( $\Delta > 0$ ), то повторяется шаг процесса. В противном случае искомый план сформирован.

Данный алгоритм моделирует возможный процесс нарушения ассортимента для выполнения задания по суммарному выпуску продукции. Поскольку ставится задача минимально возможного нарушения заданной структуры выпуска, то изъятие ресурсов проводится обратно пропорционально их оценкам из дискретного плана. В этом случае наибольшее изъятие ресурсов будет из тех объединений, где данные оценки меньше. Перераспределение ресурсов проводится пропорционально данным оценкам, т.е. по наиболее эффективному направлению выполнения задания по суммарному выпуску продукции.

В результате работы блока "Сигма" сформирован основной вариант отраслевого плана.

По окончании работы блока "Сигма" генеральному пользователю подсистемы выдается информация о значениях основных параметров отраслевого плана, в тех же формах, которые выводятся после работы блока "Максимум".

## § II. Определение перспективного плана отрасли при снижении суммарных текущих затрат (блок "Затраты")

В результате работы блока "Максимум" получен общепромышленный план, отражающий максимальное приближение выпуска продукции к народнохозяйственным потребностям при заданных общесистемных ресурсах-капиталовложениях.

При построении данного перспективного плана текущие затраты не являлись лимитирующим фактором. Общий объем текущих затрат определялся в результате решения. Поскольку во всех рассматриваемых вариантах развития предприятий было заложено условие, что они обеспечивают средний уровень рентабельности, то в целом по отрасли выбирался план, обеспечивающий также данный уровень рентабельности. Для достижения более высокого уровня рентабельности по отрасли в целом необходимо построить отраслевой перспективный план, в который входили бы варианты развития предприятий, оцениваемые не только по капиталоемкости, но и по текущим затратам.

По плану, составленному в результате работы блока "Максимум", определяется величина суммарных текущих затрат по отрасли в целом в размере

$$\sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^{m^k} \sum_{i=1}^{J_j^k} \sigma_{ij}^{kt} x_{ij}^k = V.$$

Пользователь подсистемы может задать процент уменьшения суммарных текущих затрат по отрасли в целом ( $\eta$ ) и проводить процесс построения отраслевого перспективного плана на максимальное приближение выпуска продукции к народнохозяйственным потребностям при фиксированных размерах общесистемных ресурсов:

1. Капиталовложений вида  $p - p=1, \dots, Q$ .
2. Суммарного объема текущих затрат  $-\eta V$ .

Процесс построения плана проводится таким же образом, как он был описан выше в блоке "Максимум".

Исходя из оценки основных параметров отраслевого перспективного плана генеральный пользователь подсистемы может дать указание либо на построение отраслевого плана при измененных общесистемных параметрах (коэффициентов предпочтений на продукцию объединений, размера общесистемных ресурсов, заданий по выпуску продукции и т.п.); либо на переход к работе комплекса "Документ" — обработке и представлению в виде таблиц информации о рассчитанном пятилетнем плане, представленной по содержанию и по форме в таком же виде, что и при сложившейся в отрасли практике представления информации. Всего комплекс "Документ" выдает информацию объемом более 230 тыс. чисел, представляемую в виде семидесяти таблиц. Информация о пятилетнем плане в годовом представлении выдается по отрасли в целом, объединениям и предприятиям, а также по территориальному признаку.

Пользователь подсистемы может вывести на печать полную информацию о пятилетнем плане либо часть ее, указав, какие таблицы ему надо получить.

## § 12. Комплекс "Оптимум" как человеко-машинная система принятия решений

Любая система экономико-математических моделей не может полностью описать формально все многообразие факторов, влияющих на выбор отраслевого плана и на принятие решений в процессе его формирования. Поэтому возникает необходимость реализации систем планирования и управления как человеко-машинных систем.

В подсистеме "Перспективное планирование" участие аппарата специалистов министерства в процессе формирования плана отрасли предусмотрено посредством организации специального режима "Диалог". Рассмотрим организацию "Диалога" в режиме построения отраслевого плана, который реализуется при последовательной работе блоков "Баланс", "Мощность", "Отрасль", "Подотрасль", "Минимум", "Проект", "Сигма".

1. Перед началом работы блока "Баланс" диспетчер комплекса "Оптимум" проверяет наличие приоритетов (коэффициентов относи-



тельной значимости) продукции объединений. В случае их отсутствия следует обращение к пользователю. Если пользователь системы сам не вводит приоритеты, то продукции всех объединений алгоритмически присваивается равная степень важности для плана отрасли в целом. Данная постановка означает, что пользователь поставил задачу сформировать отраслевой план при выдерживании заданного ассортимента выпускаемой продукции внутри каждого объединения, а в целом по отрасли - максимизировать равномерное удовлетворение народнохозяйственных потребностей по продукции всех объединений.

В результате реализации блока "Баланс" выводится на печать форма ОI020304: "Несоответствие структуры заданных потребностей производственным возможностям отрасли", в которой указана величина превышения заданных потребностей над максимально возможным объемом производства по каждому продукту в каждый год планового периода, если данное превышение имеет место.

Пользователь системы может:

1) дать указание продолжать расчет плана, не внося изменений. В этом случае максимальное приближение выпуска продукции отрасли будет проводиться относительно потребностей, скорректированных на реальные возможности объединений. Тем самым предпочтения между объединениями по потреблению общесистемных ресурсов будут рассматриваться относительно их реальных производственных возможностей на весь плановый период;

2) дать указание на использование заданных первоначально потребностей в дальнейших расчетах. В этом случае формирование общетраслевого плана будет проводиться при искусственно завышенном дефиците на продукцию отдельных объединений, что приведет к необоснованному сдерживанию роста объединений, представивших в качестве потребностей реально достижимые их значения, и преимущественному росту объединений, искусственно зависящих от потребности.

После реализации блока "Баланс" процесс формирования отраслевого плана продолжается при решении задач объединений в блоке "Мощность". После реализации блока "Мощность" выдается на печать форма ОI20311: "Потребность в капиталовложениях для определения плана, допустимого при ограничениях на мощности". В данной таблице указывается по объединениям и по отрасли в целом минимально необходимые величины капиталовложений (общего объема и строymонтажных работ), при которых может быть

выполнено условие обязательного использования мощностей действующих предприятий и условие создания переходящего задела незавершенного строительства на конец планового периода. Естественно, если данные минимально необходимые значения капиталовложений по отрасли в целом меньше либо равны заданным значениям соответствующих общесистемных ограничений, то процесс определения плана завершен до введения новых значений данных ограничений. В то же время пользователь системы получает реальную информацию для согласования с Госпланом СССР размера фонда капиталовложений, выделяемых отрасли.

В случае, когда по отрасли в целом минимально необходимый размер капиталовложений меньше, чем величина выделенного отрасли фонда, пользователь системы получает информацию о "степени свободы" в выборе плана. Если эта степень, на его взгляд, мала, то, естественно, последует обращение в Госплан о корректировке выделяемого отрасли лимита капиталовложений.

После уточнения общепромышленного лимита капиталовложений расчет отраслевого плана реализуется в блоке управления "Отрасль" и блоках "Подотрасль" и "Проект". Результаты расчетов выдаются на печать в виде форм для высшего уровня управления.

Министру СССР :

1) Форма ОИ12ОИ02: "Проект пятилетнего плана Минприбора на 1976-1980 гг. по производству и уровню удовлетворения потребности (в укрупненной номенклатуре)";

2) Форма ОИ17ОИ01: "Проект пятилетнего плана Минприбора на 1976-1980 гг. по основным технико-экономическим показателям" ;

3) Форма ОИ14ОИ04: "Оценки ограничений на капитальные вложения в оптимальном пятилетнем плане Минприбора на 1976-1980гг."

Зам. министра СССР по планированию:

1) Форма ОИ12ОИ02;

2) Форма ОИ17ОИ01;

3) Форма ОИ14ОИ04;

4) Форма ОИ17ОИ02: "Проект пятилетнего плана Минприбора на 1976-1980 гг. по основным технико-экономическим показателям (в разрезе союзных объединений)".

Зам. министра по капитальному строительству:

1) Формы ОИ12ОИ02, ОИ17ОИ01.

2) Форма ОИ4О1О2: "Проект пятилетнего плана Минприбора на 1976-1980 гг. по капитальному строительству (на промышленное производство предприятий)";

3) Форма ОИ4О1О3: "Потребность в капиталовложениях для выполнения народнохозяйственных заданий по выпуску продукции Минприбора в номенклатуре Госплана СССР на 1976-1980 гг.".

Анализ аналитических таблиц позволяет высшему уровню управления отрасли оценить влияние принятых решений на развитие отрасли. Особое значение имеет информация об оценках капиталовложений, представляемая по объединениям и по отрасли в целом. Оценка капиталовложений по объединениям указывает на возможный прирост их продукции в заданной структуре при выделении им дополнительно I млн. руб. капиталовложений (по видам), а оценка их по отрасли в целом - на возможный прирост выпуска продукции отраслью при заданных приоритетах между продукцией объединений при выделении отрасли в целом I млн. руб. капиталовложений дополнительно. Данная информация может быть использована в процессе корректировки плана и принятии решений об изменении приоритетов в продукции объединений.

В подсистеме "Перспективное планирование" также реализован режим непосредственного участия пользователя системы в процессе формирования планов. В этом случае распределение капиталовложений между объединениями задает сам пользователь. После получения информации об оценках капиталовложений и достигнутых объемах производства пользователь системы может проводить дальнейшее перераспределение капиталовложений для получения желаемого плана.

В процессе формирования отраслевого плана министерство руководствуется необходимостью достижения директивно заданного уровня производства продукции на последний год пятилетки. В том случае, если реализованный в блоках "Отрасль", "Подотрасль" и "Проект" план не обеспечивает достижения данного показателя, пользователь системы может задать условие достижения его. В этом случае корректировка плана проводится при реализации блока "Сигма". Решение данной задачи означает нахождение приоритета по продукции объединений, исходя из условий достижения директивно заданного уровня выпуска продукции отрасли на конец планового периода. После завершения работы блока "Сигма" информация об основных параметрах сформированного плана, в пере-

численных выше формах, поступает на высший уровень управления министерства. Если данный план принимается в качестве рабочего проекта, то пользователь системы дает указание на реализацию комплекса "Документ".

Специалисты, участвующие в постановке задачи формирования отраслевого плана, могут реализовать также режим выдачи всех рассматриваемых вариантов развития предприятий по всем технико-экономическим показателям (режим "Оценка вариантов"). При этом указывается оценка данного варианта как сумма скалярных произведений его компонент, рассматриваемых в соответствующем технологическом способе задачи объединения, на оценки соответствующих ограничений модели.

Данный показатель эффективности вариантов развития предприятий рассчитывается в оценках плана, оформленного в блоке "Подотрасль" при достижении равноэффективных планов объединений.

### § 13. Некоторые примеры практической реализации подсистемы "Перспективное планирование" при построении отраслевых планов

Одной из первых задач построения общепромышленного плана, рассчитанной с помощью комплекса "Оптимум", был условный пример, составленный сотрудниками института Гипроприбор (г. Ленинград). В данном примере были представлены три условных объединения, каждое из которых включало в себя семь предприятий (три действующих и четыре строящихся в плановом периоде). Каждое предприятие описывалось шестью возможными вариантами развития. Объединение выпускало три вида продукции в каждом году планового периода.

В целом модель каждого объединения соответствовала описанной выше модели (I)-(II). Требовалось по всей системе распределить заданные объемы общесистемных ресурсов (общего объема и строительно-монтажных работ в отдельности) между объединениями, чтобы в целом по системе достигался максимально возможный уровень удовлетворения потребностей в продукции системы в заданных ассортиментных наборах в каждом году планового периода, в качестве которого принималась пятилетка.

В роли контрольных параметров за качеством расчетов использовался план, составленный по данному примеру сотрудниками Гипроприбора традиционным методом, применяющимся на практике. Расчеты по составлению общесистемного плана с использованием комплекса "Оптимум" проводились при двух различных предположениях о динамике распределения суммарного объема капиталовложений по годам планового периода. По первому варианту расчетов вводилось условие монотонного возрастания годового распределения суммарного объема капиталовложений, по второму - в зависимости от условий максимального удовлетворения заданных потребностей в продукции системы. Результаты расчетов приводятся в таблице I.

Расчеты показали эффективность моделей планирования, реализованных в комплексе "Оптимум". В то же время они выявили, что равномерное распределение капиталовложений по годам планового периода может предопределить недоиспользование данных ресурсов в отдельные годы. Выход из данного положения видится в задании достаточно большого числа вариантов развития по предприятиям. В рассматриваемой системе перспективного планирования развития отрасли возможное число вариантов развития является переменным параметром (см. § 2). Общее число вариантов развития всех предприятий зависит от возможностей конкретной ЭВМ, а число рассматриваемых вариантов по каждому отдельному предприятию зависит от состояния данного предприятия в предплановом периоде (имеется утвержденный проект реконструкции, расширения и т.п., либо предстоит выбрать возможный вариант).

С использованием комплекса "Оптимум" были проведены также расчеты по определению пятилетнего плана развития Минприбора на 1976-1980 гг. Результаты расчетов были представлены в функциональные управления министерства и использовались при разработке показателей развития отрасли на стадии предварительного согласования с Госпланом СССР. Было проведено 6 вариантов расчетов: при трех различных объемах капиталовложений определялись планы при двух заданных соотношениях в степени важности для отрасли продукции объединений. Ниже приводятся полученные зависимости среднегодового темпа роста выпуска продукции отрасли в целом от заданных объемов капиталовложений и приоритетов в продукции объединений.

Т а б л и ц а 1.

Основные показатели общесистемного перспективного плана  
(условные пример Гипроприбора в усл. ед.)

Варианты	Объем- дине- ния	Потреб- ность в продук- ции	Распределение кап. вложений		Фактическое ис- пользование кап.		Объем произ- водства	Удовлетворе- ние потреб- ностей, %
			общего объема	в т.ч. СМР	общего объема	в т.ч. СМР		
План Гипро- прибора	I	1256,7	116,9	73,8	116,9	73,8	560,1	44,5
	II	1147,8	55,1	36,1	55,1	36,1	660,1	57,5
	III	719,3	92,0	58,1	92,0	58,1	635,2	88,3
	Всего	3123,8	264,0	168,0	264,0	168,0	1855,6	59,4
План по комплексу "Оптимум"	I вариант		106,7	70,3	86,5	46,0	647,2	51,4
			54,0	27,3	41,5	22,2	1044,7	91,0
			103,3	70,4	91,7	54,2	521,1	72,4
	Всего		264,0	168,0	219,7	122,4	2213,0	70,8
II вариант	I	1256,7	125,7	79,9	125,7	79,9	779,8	62,0
	II	1147,8	25,1	14,5	25,1	14,5	1143,0	99,5
	III	719,3	113,2	73,6	113,2	73,6	683,9	95,0
	Всего	3123,8	264,0	168,0	264,0	168,0	2606,7	83,4

Т а б л и ц а 2.

Среднегодовые темпы роста выпуска продукции Минприбора  
на 1976-1980 гг. по отрасли в целом, %

Вариант приоритетов на продукцию объединений	Объемы капиталовложений		
	Нижний уровень	Средний уровень	Верхний уровень
1. Равные приоритеты (1:1)	11,6	12,0	12,5
2. Различные приоритеты (диапазон 1:5)	10,6	10,8	11,1

как показал анализ результатов расчетов в функциональных управлениях Минприбора, используемая система приоритетов на продукцию объединений является весьма удобным аппаратом для практических работников при построении различных вариантов развития производства отрасли.

### Л и т е р а т у р а

1. Отраслевые автоматизированные системы управления, серия Оптимальное планирование и управление. Под редакцией академика Н.П.Федоренко. Изд. Наука, М., 1973.
2. МАРШАК В.Д. алгоритмы решения задачи распределения ресурсов в отрасли. - В кн.: Оптимизация, 10(27), Новосибирск, 1973, с. 128-143.
3. МАРШАК В.Д. О сходимости алгоритма решения задачи распределения ресурсов в отрасли. - В кн.: Оптимизация, 11(28), Новосибирск, 1973, с. 46-53.
4. МАРШАК В.Д. модели процессов построения отраслевых планов. - "Оптимальное перспективное планирование в отраслях промышленного производства". часть II. Изд. ИБ и ОПН СО АН СССР, Новосибирск, 1974, с. 3-128.

Поступила в ред.-изд. отд.  
10. I. 1975г.