

Лекция №2. Империализм и его  
преформы и ее модификации.

Модель Е (Enterprise)  $\Rightarrow$  (1870-1873 гг.)  
(базовая модель)

Предмет исследования.

В условиях ранней империализма роль  
индустриализации. Оно несомненно носило  
экономический характер, играет роль инстру-  
мента, с помощью которого вырабатываются  
ориентировки работы экономических субъектов,  
связанные со развитием. Именно в этот  
список будем включать ранее термин индустри-  
ализация (как индустриализация, как  
аналитическое исследование реального процесса  
экономического развития).

Объект исследования

Виды предприятий: Далее рассматри-  
вается пример промышленного предприятия,  
хотя существуют и торговые, и сельско-  
хозяйственные, и транспортные предприятия.  
Кроме характеристики по сферам деятель-  
ности предприятия разделяются на малые и  
большие (средние). В лекции будут рассмот-  
рены те и другие. Сейчас — типовое крупное  
предприятие.

(2)

Далее в ленинском используются  
материалы из [ 2 ], которые  
адаптированы к изменившимся  
условиям переходного периода.  
(косметическая "адаптация")  
"

#### 1. Имитационная модель промышленного предприятия

Планирование и управление промышленным предприятием относятся к числу сложных и трудоемких процессов, требующих многовариантных расчетов. Осуществление расчетов и анализа каждого варианта экономического проекта хозяйственного развития, и в частности годового плана, может занимать от одного до нескольких месяцев работы соответствующих подразделений аппарата управления.

Один из подходов к решению задачи ускорения и уточнения расчетов заключается в использовании описанных в главе первой человеко-машинных систем. При этом ЭВМ отводится основная часть громоздких ручных расчетов, руководство же предприятия проводит творческий анализ и оценку вариантов в зависимости от выбранных управляющих воздействий.

Подобное изменение характера процесса принятия решений приводит к совершенствованию документооборота, ускорению цикла разработки варианта плана развития промышленного предприятия (и тем самым к возрастанию числа просмотренных вариантов), повышению точности и надежности результатов (за счет многократных повторов расчетов), улучшению адаптивных характеристик принятого варианта плана к изменениям внешних условий и внутренней структуры предприятия.

Составной частью предлагаемой человеко-машинной системы является имитационная модель деятельности предприятия, реализованная в виде программы для ЭВМ. В зависимости от поставленной задачи имитационная модель может характеризоваться различными уровнями агрегирования. Это находит свое отражение в определенной обобщенности экономических показателей, используемых в качестве переменных имитационной модели, и степени детализации взаимосвязей между ними.

При разработке и согласовании стратегических мероприятий в развитии предприятия, которые осуществляются на производственных совещаниях, руководству предприятия целесообразно использовать в диалоговом режиме сильно агрегированные модели. Действительно, обсуждение представленных вариантов предполагает, что время «отклика» модели на определенную проблему весьма ограничено, а весь диалог заканчивается в пределах одного совещания. Для удовлетворения подобных требований модель должна быть довольно простой, а математическое обеспечение ЭВМ — достаточно развитым.

Значительная часть задач планирования и управления, решаемых непосредственно на самом предприятии, требует применения более детализированных моделей, что, естественно, увеличивает сложность соответствующих программ. В этом случае работу с имитационной моделью уже не всегда можно вести в диалоговом режиме из-за увеличения времени «отклика» системы.

Такие модели строятся на базе агрегированных моделей путем их постепенной детализации, приводящей к формированию системы согласованных моделей\*, отражающих частные аспекты хозяйственной деятельности предприятия. К ним относятся модели создания новой продукции, амортизации и движения основных фондов предприятия и его оборотных средств, динамики производительности труда, себестоимости продукции, загрузки оборудования и ряд других моделей на уровне предприятия.

При создании агрегированных имитационных моделей деятельности предприятия, предназначенных для принятия решения на верхнем, например, отраслевом уровне, наиболее целесообразен нормативный подход. Такой подход предполагает представление подведомственных однотипных объектов в виде единого нормативного предприятия, действующего в соответствии с методическими положениями и инструкциями, регла-

Создание модели производится путем агрегирования и детализации существующих в типовых методах формирования материальных ресурсов предприятия, в том числе материальных ресурсов.

центрирующими его хозяйственную деятельность.

При разработке моделей (как агрегированных, так и детализированных), предназначенных для решения конкретных задач непосредственно на предприятии, наряду с нормативным используется статистический подход. Суть его заключается в установлении взаимосвязей объекта посредством обработки методами математической статистики большого объема конкретной информации. Ограниченность статистического подхода проявляется в факте зависимости конечных результатов от исходной экономической информации (точность которой бывает зачастую неудовлетворительной) и в локальном характере выводов.

Соотношение между указанными подходами аналогично связи между генотипом и фенотипом в биологии. Нормативная модель содержит набор более существенных «родовых» свойств («генотип» предприятия). Этот набор свойств, в свою очередь, определяет «фенотип», однако неоднозначно, с точностью до специфических особенностей, которые отражаются статистической моделью. В последующем тексте речь будет идти об агрегированной «нормативной» имитационной модели предприятия, при построении которой используются следующие методические материалы: Положение о хозяйственном расчете предприятия, Положение о производственном расчете предприятия, Методические указания по расчету себестоимости и затрат на производство продукции, Методические указания по расчету затрат на производство продукции, Методические указания по расчету затрат на производство продукции.

### Предисловие

Основные предпосылки, на которых базируется рассматриваемая модель, таковы. Предприятие представляется объектом двухуровневой системы управления. В качестве органа управления нижнего уровня выступает дирекция и руководящий персонал предприятия. В компетенцию этого органа управления, который будем называть руководством предприятия, входят сложные вопросы составления перспективных и текущих планов, корректировка их в соответствии с возможностями производства, реализация резервов производства, выбор направлений вложе-

Далее будем называть их соответственно Положением о предприятии и Методическими указаниями.

В работе опираясь на данные литературы  
указано значение Минимального РД  
по отношению к различным функциям  
состояния системы, условиям  
применения и др.)

He paeuas pulerace  
mepu, bogromu  
cyskys in nasykys

②

Для простоты описания процесса функционирования предприятия здесь ~~предполагается, что не следует предпринимать никаких действий, не относящихся к основной деятельности~~ исключаются вопросы организации материально-технического снабжения (все потребности в материалах и ресурсах считаются удовлетворенными) реализации продукции (вся произведенная продукция считается реализованной) и обеспечения предприятия трудовыми ресурсами. <sup>3</sup>Предполагается, что предприятие работает при неизменной технологии, что вполне допустимо для тех хозяйственных единиц, которые используют современное оборудование и методы производства. Взаимосвязи экономических показателей предприятия схематически изображены на рис. 15 стрелками каждой из которых соответствует некоторое уравнение модели. Как видно из этой схемы, в процессе производственной деятельности предприятия реализуется отношение прямой связи между входами (производственными факторами) и выходами (готовой продукцией). Образуясь в результате работы предприятия ~~хорошо~~ зующийся в результате работы предприятия ~~хорошо~~ фонды выполняют роль положительной обратной связи, действующей в цепи «выпуск продукции — фонды ~~эксплуатации~~ ~~эксплуатации~~ ~~эксплуатации~~ — выпуск продукции». Указанная обратная связь становится особенно значительной в современных условиях, предполагающих усиление роли самокупаемости и самофинансирования на базе образования предприятий-пионеров и объединения предприятий.

Описание самой модели предприятия, которую будем обозначать через  $E$  (Enterprise), ~~является необходимым~~ ~~в этой главе~~ ~~первоначальным~~ ~~составляющим~~, ~~предполагаем~~ ~~в~~ ~~нашем~~ ~~исследовании~~. Для характеристики основных черт модели  $E$  далее используется ее упрощенный вариант.

goes across the

pour les (uniques  $E'$ )

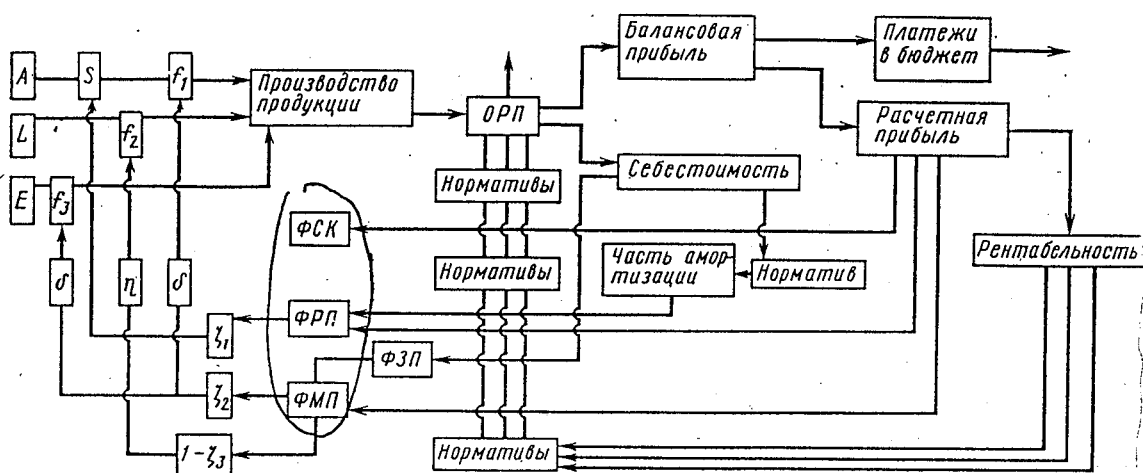


Рис. 13. Схема взаимодействий переменных модели  $E$

из: О - фонды развития предприятия.

Здесь они разделены на 3 группы: увеличение  
производственных фондов, приращенные,  
осуществленные в основном по плану  
процесса. Идут на эти фонды резервирование

4- 017Ф  
B- MAS-11  
F- 7148.

### Упрощенный вариант модели E (модель E')

Так как модель E сложна и громоздка, в ряде случаев целесообразно перейти к упрощенным ее вариантам. Один из них приводится в табл. 18 и называется моделью E'. Модель E' сохраняет основные свойства модели E, кроме этих свойства для упрощенной модели становятся более рельефными.

В модели E' сохраняются принятые ранее обозначения переменных, но в отличие от модели E вводится ряд дополнительных упрощений. Считается, что вышестоящий орган знает производственную функцию предприятия и выделяет ему такое количество ресурсов  $I_t$ ,  $\Delta F_t$ , и  $\Delta L_t$ , что плановые и фактические значения показателей совпадают.

В формуле (П'-2) ~~расчитывается~~ годовая сумма себестоимости продукции. При этом учитываются лишь главные составляющие себестоимости (зарплата, сырье и материалы, амортизация основных фондов).

В формуле (П'-4) минимально необходимый для функционирования предприятия запас оборотных средств (норматив  $B_t$ ) рассчитывается как доля среднегодовой суммы расходов оборотных средств. При этом  $\rho$  — коэффициент, фигурирующий в уравнении ~~(П'-7)~~  $B_t = \rho \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{1 + \rho^i}$  — коэффициент эластичности.

В формуле (П'-7) прибыль  $M_t$  распределяется по двум направлениям. Одна часть прибыли остается в рас-

по - ставка на годовое отношение  
ос прибыли с распределением  
участия

Таблица 18. Модель E'

| Неизвестная величина     | Модель E'                                                                                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $P_t$                    | $P_t = \min \{ \bar{A}_t / k_1^1; \bar{F}_t / k_2^2; \bar{L}_t / k_3^3 \},$ (П'-1)             |
| $C_t$                    | $C_t = \bar{F}_t + \alpha_1 B_t + \alpha_2 \bar{A}_t,$ (П'-2)                                  |
| $M_t$                    | $M_t = (P_t - C_t) (1 - w)$ (П'-3)                                                             |
| $B_t$                    | $\bar{B}_t = \rho \bar{L}_t,$ (П'-4)                                                           |
| $R_t$                    | $R_t = \bar{M}_t / (A_t + \bar{B}_t) + \alpha_3 \beta,$ (П'-5)                                 |
| $\phi_1^1$               | $\phi_1^1 = \bar{A}_t / (P_t - P_{t-1}) / P_{t-1} + f_{12} R_t + \alpha_3 \beta,$ (П'-6)       |
| $\phi_1^2$               | $\phi_1^2 = F_{t-1} (P_t - P_{t-1}) / P_{t-1} + f_{22} R_t,$ (П'-7)                            |
| $G_t$                    | $G_t = M_t - (\phi_1^1 - \alpha_3 \beta A_t) - \phi_1^2 - (\bar{B}_t - \bar{B}_{t-1}),$ (П'-8) |
| $\delta_t$               | $\delta_t = 1 + A^* [1 - \exp(-\xi_1^2 \phi_1^2 / \bar{F}_t)],$ (П'-9)                         |
| $k_{t+1}^1, k_{t+1}^2$   | $k_{t+1}^1 = k_t^1 / \delta_t; k_{t+1}^2 = k_t^2 / \delta_t,$ (П'-10)                          |
| $I_{t+1}, A_{t+1}$       | $A_{t+1} = A_t + I_{t+1} + \xi_1^1 \phi_1^1;$ (П'-11)                                          |
| $\bar{A}_{t+1}$          | $\bar{A}_{t+1} = 0,5 (A_t + A_{t+1}),$ (П'-12)                                                 |
| $F_{t+1}, \bar{F}_{t+1}$ | $F_{t+1} = F_t + \Delta F_{t+1}; \bar{F}_{t+1} = 0,5 (F_t + F_{t+1}),$ (П'-13)                 |
| $L_{t+1}, \bar{L}_{t+1}$ | $L_{t+1} = L_t + \Delta L_{t+1}; \bar{L}_{t+1} = 0,5 (L_t + L_{t+1}).$                         |

поражении предприятия и расходуется на формирование фонда  $\bar{F}_{t+1}$  и  $\phi_1^2$ , а также на финансирование прироста норматива оборотных средств  $(\Delta \bar{B}_t = \bar{B}_t - \bar{B}_{t-1})$ . Другая часть прибыли  $G_t$  поступает в фонд  $\bar{B}_t$  и  $\phi_1^1$ .

Заметим, что в модели E' представлены только два хозяйственных фонда (фонд развития производства и фонд материального поощрения), размеры которых определяются по формулам (П'-5) и (П'-6). При упрощенном рассмотрении фонды ФМП и ФСК целесообразно объединить, поскольку они выполняют примерно одну и ту же функцию и в практике планирования перемещение средств (в определенных пределах) из одного фонда в другой.

Влияние премий рассматривается здесь лишь в одном аспекте — как влияние на производительность труда (формула (П'-8)). Поэтому в отличие от модели E здесь коэффициент материальности  $k^2$  постоянен. (В модели E коэффициент  $k^2$  — функция расходов на материальное стимулирование).

По существу ставим задачу: как получить оптимальные значения параметров модели E'?



### Зресе

предусмотрено наличие двух уровней анализа полученных результатов и принятия решения группами экспертов аппарата управления или лиц, принимающих решения (ЛПР). Первый уровень соответствует имитации управляющих воздействий в области компетенции руководства предприятия. Эксперты первого уровня исследуют возможную реакцию имитационной модели на осуществление различных организационно-технических мероприятий по улучшению использования мощностей, снижению себестоимости, увеличению производительности труда и экономии материалов, по использованию хозрасчетных фондов предприятия и т. д. Целью таких исследований является построение траектории достаточно близкой, по их суждению, к идеальной. При этом выясняется либо возможность построения указанной траектории, либо недостаточность имеющихся средств воздействия на ~~предприятие~~ <sup>предприятие</sup>. Тогда в экспериментальном порядке для разработки предложений для ~~вышестоящей организации~~ <sup>вышестоящей организации</sup> экспертами первого уровня могут имитироваться управления второго уровня. ~~(внешние системные)~~ <sup>(внешние системные)</sup>

«Идеальные» траектории эксперты верхнего уровня получают путем изменения параметров управления этого уровня. Их можно разделить на два типа. К первому относятся нормативы отчислений в фонды экономического стимулирования; норма платы за фонды; норма амортизации на реновацию, направляемую в фонд развития (ФРП); величины выделяемых инвестиций и т. д. К параметрам управления второго ~~(экономического)~~ <sup>(экономического)</sup> типа следует отнести такие изменения, вносимые в экономический механизм функционирования предприятия, как вве-

дение повышенной платы за фонды и другие ресурсы, изменение набора фондообразующих показателей и порядка начисления фондов экономического стимулирования, изменение способа распределения прибыли и т. д. Хотя количество перечисленных управляющих воздействий достаточно велико, оценку эффективности управления экспертами второго уровня не следует преувеличивать. По опыту работы предприятий видно, что модель малочувствительна к варьированию указанных управлений в области их изменения. Это же подтверждает и анализ чувствительности системы по параметрам.

Что касается параметров управления второго типа, то они хотя и оказывают сильное воздействие на модель,

но относятся к разряду чрезвычайных мер (реформ) и используются ~~крайне редко~~ <sup>крайне редко достигают</sup>

Отличительной особенностью модели Е является описание процессов социализации рабочей силы. Рассматриваются два фронта: производственный (фронт материального производства - ФМП) и фронт социальных изменений (фронт социально-культурных мероприятий - ФСКМ)

### 3. Функции стимулирования модель Е

(8)

~~Уравнения (II-14) и (II-15)~~. Эти уравнения (\*) представляют собой описание влияния ФМП на производственный процесс. Правильное распределение и использование фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства (ФСЖ) может, например, явиться одним из факторов снижения текучести рабочей силы и, следовательно, фактором повышения производительности труда. Однако здесь не рассматривается влияние этого регулятора обратной связи (что представляет собой самостоятельную проблему).

В модели при решении этого вопроса используется гипотеза о том, что ФМП ~~(участия премий по фонду заработной платы)~~ воздействует на производственный процесс по двум основным направлениям: влияет на производительность труда и экономию материалов (топлива, энергии). В свою очередь с повышением производительности труда за счет премий и с увеличением экономии материалов улучшаются такие экономические показатели, как фондоотдача, себестоимость продукции, величина расходуемых оборотных средств, время изготовления изделий ~~(см. формулы (II-5), (II-6), (II-9))~~, что в конечном итоге сказывается на результатах работы предприятия. Выбор из множества существующих премиальных систем двух данных означает, что

$$\xi_i^2 + \xi_i^3 = 1$$

при неотрицательных  $\xi_i^2$  и  $\xi_i^3$  для каждого  $i$ .

Эффект от воздействия премий на эти показатели изображается графически на рис. 2.

Обозначим

$$\Psi_i^1 = (\xi_{i-1}^2 \Phi_i^2 + k_6 F_i^2) / F_{i-1}^2;$$

$$\Psi_i^2 = (\xi_{i-1}^3 \Phi_i^3 + k_7 F_i^3) / F_{i-1}^3.$$

Тогда уравнения ~~(II-14) и (II-15)~~ примут вид

$$\delta_i = 1 + A^* [1 - \exp(-\Psi_i^1)];$$

$$\eta_i = 1 - B^* [1 - \exp(-\Psi_i^2)].$$

(\*)

В этом случае при  $\Psi_i^1 = 0$  имеем  $\exp(0) = 1$  и  $\delta_i = 1$ , а при  $\Psi_i^1 \rightarrow \infty$  имеем  $\exp\{-\infty\} \rightarrow 0$  и  $\delta_i \rightarrow (1 + A^*)$ . Соответственно при  $\Psi_i^2 = 0$  получим  $\eta_i = 1$ , а при  $\Psi_i^2 \rightarrow \infty$  получим

$\Phi_i^2$  - коэффициент отдачи  
 $k_6$  - коэффициент надбавки  
к  $\delta_i$   
 $\Phi_i^3$  - ФМГ

и отражает  
в соответствии  
с уровнем  
модели Е

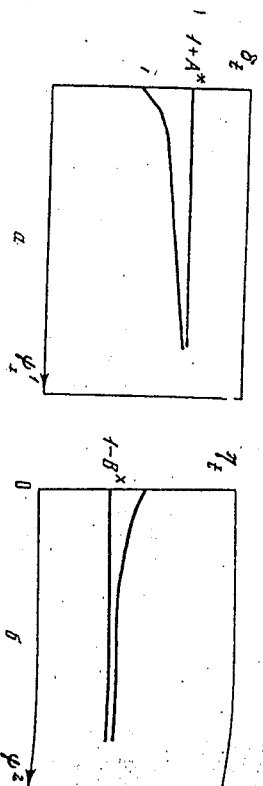


Рис. 34. Зависимости, отражающие влияние премирования на экономические показатели работы предприятия  
 $a$  — коэффициента роста производительности труда от величины премии за повышение производительности труда (параметра  $\psi_z'$ );  $б$  — коэффициента расхода материалов (топлива, энергии) от величины премии за экономию материалов (параметра  $\psi_z'$ )

$\eta_z \rightarrow (1-B^*)$ . При выборе вида зависимостей для  $\delta_z$  и  $\eta_z$  принимаются во внимание следующие соображения.

1. Далеко не всякая премия оказывает стимулирующее воздействие. Поэтому величину премии следует сопоставить с заработной платой работника. Именно поэтому в уравнениях ~~(3.4)~~ ~~(3.5)~~ берутся отношения премии к заработной плате ( $\psi_z'$  и  $\psi_z''$ ).

2. Существует некий предел, после которого в рамках определенной технологии даже относительно большое увеличение премии приносит малый эффект. Поэтому здесь выбраны зависимости с монотонно убывающей эффективностью, имеющие асимптоты  $\delta_z = 1+A^*$  и  $\eta_z = 1-B^*$  (при  $\psi_z' \rightarrow \infty$ ), где  $A^*$  и  $B^*$  — параметры «насыщения» системы стимулирования.

О существовании зависимостей такого рода свидетельствует повсеместная практика премирования, которая позволяет в известных пределах улучшить показатели деятельности предприятия, «расширить» узкие места и т. д. В экономической деятельности предприятия широко используется механизм действия премиальной системы на производственный процесс. Однако аспект существования таких связей необходимо отличать от аспекта их количественного измерения. Игнорирование указанных зависимостей на том основании, что она не поддается измерению, является заведомо ошибочным ~~и~~. Формализация же этих зависимостей весьма затруднена.

Так, в данном случае задача сводится к отысканию параметров  $A^*$  и  $B^*$ , характеризующих стимулирующий эффект премирования. Для этого нужно иметь данные о премиальных фондах за рассматриваемый период и динамику стимулирующих показателей.

Трудность состоит в том, что на показатели  $A^*$  и  $B^*$  воздействует также целый ряд сопутствующих факторов, которые в силу принятых предположений в модели не рассматриваются. Например, на показатель производительности труда влияют и небольшие изменения в технологическом процессе, и частичная замена старого оборудования новым, и изменение структуры кадров, и организационно-технические мероприятия и т. д. Кроме экономические существуют также и социально-психологические факторы. Влияние таких «шумов» трудно элиминировать. Возникает проблема «чистоты» измерения, для решения которой предстоит разработать специальную методику. Из-за недостаточной разработанности данного вопроса поиск параметров осуществлялся приближенно. При этом имелось в виду, что ~~зависимости~~ ~~(3.4)~~ ~~(3.5)~~ являются довольно самостоятельной частью модели, которая может быть обособлена в отдельный блок. Поэтому специальные исследования по указанной проблеме позволяют в будущем уточнить модель предприятия без какого-либо существенного изменения ее принципиальных основ.

## 4 Модификации модели E

Имитационные модели — гибкий инструмент. Модификации можно получать заменой одних блоков уравнений модели — другими. Это может быть имитирование системного процесса (деревьев), отражающих множество возможных модификаций модели E. (см. рис. 1 — ). В этой первой главе графа G<sub>1</sub> отражает возможные варианты прохождения цепей (покупки, например, в различных магазинах). А далее — различные тенденции (или принципы) формирования цепей по продуктам.

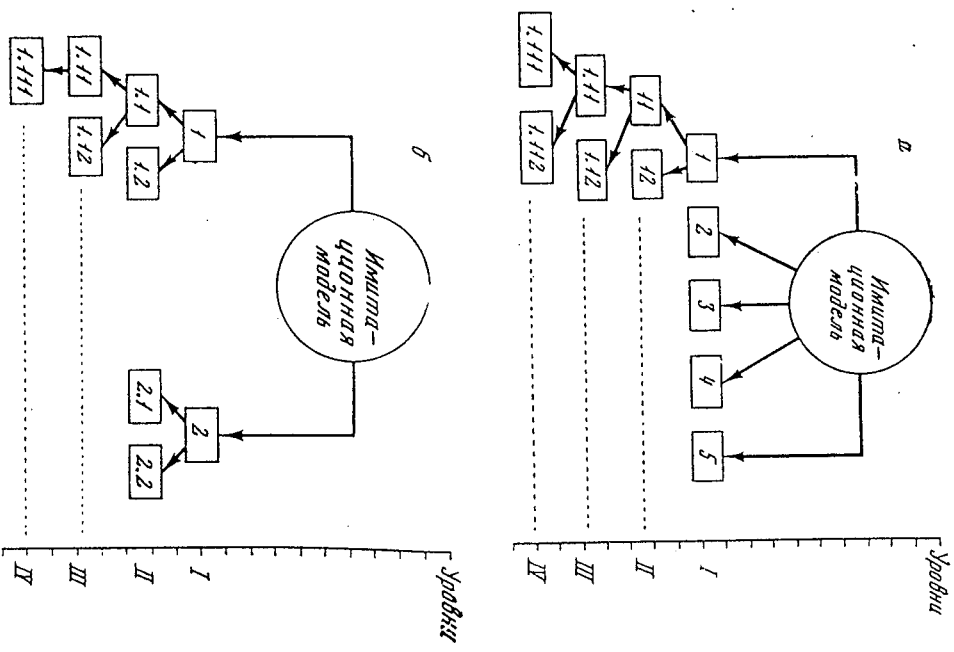


Рис. 23. Графы  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  модификации моделей  
а — при изучении проблем совершенствования хозяйственного механизма пред-  
приятия; б — при решении некоторых задач управления предприятием

Второй уровень графа соответствует различным спо-  
собам распределения прибыли предприятия. Здесь ус-  
ловно представлены следующие варианты такого рас-  
пределения: 1) по существующей ~~системе~~ 2, 3) и т. д. —  
рекомендуемые варианты.

$\Gamma_1$  — система целей и действий  
 $\Gamma_2$  — конкретные пути и методы  
их и взаимодействия.

Третий уровень графа образуют модификации модели с учетом различных ~~вариантов~~ <sup>способов</sup> образования фондов ~~эконо-~~  
мического стимулирования. Эти системы характеризу-  
ются использованием различных наборов фондообразу-  
ющих показателей, различными возможностями ис-  
пользования фондов экономического стимулирования,  
их числом и т. д.

Четвертый уровень графа  $\Gamma_1$  предусматривает отгра-  
ботку нормативной базы после выбора альтернативных  
вариантов ~~предельных~~ <sup>предельных</sup> уровней (нормативы отчислений  
в фонды экономического стимулирования, процент отла-  
га ~~за фонд~~, возможные соотношения между статьями  
распределения прибыли, пропорции прибыли и себестои-  
мости в цене продукции и т. д.).

~~В статистическом варианте 1.1.1.1 — 1.1.1.2 записаны дан-~~  
~~ные, которые должны быть использованы для формирования~~  
~~модели, подлежащей применению. В результате анализа~~  
~~экономической информации, полученной в результате~~  
~~исследования, с помощью методов статистического~~  
~~анализа, возможно распределение статистических данных~~  
~~по факторам экономического стимулирования, форми-~~  
~~рующим в основном норматив, а нормативы база монет-~~  
~~изируется.~~

Аналогичным образом строится вторая система мо-  
дификаций модели  $E$ , которая изображена в виде графа  
на рис. 23, б.

Первый уровень графа  $\Gamma_2$  показывает способ форми-  
рования оптовой цены продукции предприятия. При  
этом учитываются два случая: постоянство цены и изме-  
нение ее в зависимости от жизненного цикла изделия.

Второй уровень графа отражает выбор варианта  
номенклатуры производимой продукции, третий уро-  
вень — выбор варианта использования производствен-  
ных мощностей, четвертый — стратегия управления за-  
пасами производимой продукции и т. д.

Далее формулируются отдельные задачи, возникаю-  
щие при планировании и управлении на предприятии, и  
приводится анализ соответствующих модификаций мо-  
дели  $E$ , предназначенных для их решения.

5. Исследование динамики развития предприятия с переменной номенклатурой выпускаемых изделий. В модели  $E$  при расчете выпуска валовой продукции с мощностью производственной функции используются показатели средних норм затрат основных производственных

факторов — основных и оборотных производственных фондов и труда. Выбирая в некоторых допустимых пределах на каждом шаге имитации различные значения этих показателей, можно получить различные варианты динамики развития предприятия. Однако их изменение в действительности определяется не априорным выбором начальных данных, а действием внутренних факторов. К их числу относится структура выпускаемой продукции, которую целесообразно выбирать на основе заданного критерия (например, максимума прибыли или загрузки оборудования).

Высказанные соображения вызывают необходимость согласования модели  $E$  и модели оптимизации номенклатуры выпускаемой продукции. Для задачи согласования важна лишь структура моделей, а не их размерность, которая, как правило, достаточно высока. Поэтому для наглядности рассмотрим лишь упрощенные варианты указанных выше моделей. В общем виде формальная запись модели  $E$  следующая:

$$A_t = A_{t-1} + \sum_{i=1}^N V_{i-1} \sigma^i; \quad (3.1)$$

$$L_t = L_{t-1} + \Phi_1(L_{t-1}, P_{t-1}); \quad (3.2)$$

$$F_t = F_{t-1} + \Phi_2(P_{t-1}); \quad (3.3)$$

$$f_t = f_{t-1} z_t; \quad (3.4)$$

$$P_t = f_t \bar{A}_t; \quad (3.5)$$

$$C_t = \Phi_3(\bar{L}_t, \bar{\Phi}_t, \bar{A}_t); \quad (3.6)$$

$$M_t = P_t - C_t; \quad (3.7)$$

$$R_t = M_t / (\bar{A}_t + \rho \bar{L}_t); \quad (3.8)$$

$$\Phi_t = \Phi_4(\bar{A}_t, P_t, P_{t-1}, R_t); \quad (3.9)$$

$$S_t = \Phi_t + I_t; \quad (3.10)$$

$$V_t^i = \Phi_5(S_t). \quad (3.11)$$

В уравнениях (3.1) — (3.11) использованы те же обозначения, что и для модели  $E$ , кроме следующих:  $i$  — вид оборудования ( $i = 1, \dots, N$ );  $f_t$  — фондоотдача

(руб./руб.);  $z_t$  — индекс изменения фондоотдачи;  $\sigma^i$  — цена  $i$ -го вида оборудования (руб.);  $V^i$  — количество оборудования  $i$ -го вида (шт.).

Соотношение (3.11) определяет процесс приобретения различных видов оборудования. Распределение инвестиций может осуществляться различным образом, например они могут направляться в первую очередь на приобретение дефицитных видов оборудования. При этом должно выполняться условие

$$\sum_{i=1}^N \sigma^i V_t^i \leq S_t$$

для каждого момента времени  $t$ .

В правые части уравнений (3.5), (3.6), (3.8), (3.9) входят среднегодовые значения производственных факторов  $\bar{A}_t$ ,  $\bar{L}_t$  и  $\bar{F}_t$  за период  $t$ . Функции  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ ,  $\Phi_3$ ,  $\Phi_4$  и  $\Phi_5$ , входящие в состав уравнений (3.2), (3.3), (3.6), (3.9) и (3.11), были определены при описании модели  $E$ .

Приведем теперь формальную запись модели оптимизации производственной программы в году  $t$ :

$$x_t^j \geq d_t^j, \quad (3.12)$$

$$\sum \sigma^i x_t^i \geq P_t, \quad (3.13)$$

$$\sum v^i x_t^i \leq F_t, \quad (3.14)$$

$$\sum b_t^i x_t^i \leq \bar{r} \bar{L}_t, \quad (3.15)$$

$$\sum q^i x_t^i \leq Q^i V_t^i = \Omega_{\bar{r}}^i, \quad (3.16)$$

$$\sum (\sigma^i - c^i) x_t^i \rightarrow \max. \quad (3.17)$$

Здесь суммирование ведется от 1 до  $J$ , верхний индекс  $j$  обозначает вид продукции  $x_t^j$  — количество продукции  $j$ -го вида (шт.). Коэффициенты  $v^i$ ,  $b^i$ ,  $q^i$  являются средними нормами затрат соответствующих производственных факторов (фигурирующих в правых частях ограничений) на единицу продукции. Коэффициенты  $\sigma^i$  и  $c^i$  представляют собой соответственно цену и удельную себестоимость продукции.

Правыми частями ограничений служат такие показатели, как нижняя граница выпуска продукции  $a_i^*$ , в натуральном выражении, стоимость выпущенной продукции  $P$ , среднегодовой фонд заработной платы  $F$ , в денежном выражении, материальные затраты (часть среднегодовой стоимости оборотных фондов  $\gamma L$ ), общий фонд времени работы  $i$ -го вида оборудования  $Q_i^*$  в нормо-часах, вычисляемых как произведение удельного фонда времени  $Q_i^*$  и количества единиц оборудования  $V_i$  за период  $t$ . В качестве целевой функции (3.17) выбран стоимостный показатель суммарной прибыли.

Таким образом, если имитационная динамическая модель позволяет прогнозировать основные экономические показатели предприятия на будущий год, то результатом решения оптимизационной задачи служит оптимальная структура выпуска продукции на текущий год. При этом предполагается, что в процессе функционирования предприятия происходит реализация оптимального плана.

Будем условно называть имитационную модель (3.1) — (3.11) моделью «ими», а оптимизационную модель (3.12) — (3.17) — моделью «опти». Тогда согласование моделей можно описать следующим образом. Часть фазовых переменных модели «ими», рассчитанная для года  $t$ , образует правые части ограничений модели «опти». В результате решения последней задачи вычисляются значения левых частей ограничений (3.13) — (3.16) и рассчитывается изменение фондоотдачи по сравнению с прошлым годом.

Полученные на основе модели «опти» значения экономических показателей за текущий год поступают на вход модели «ими» для расчетов на последующий период и т. д.

Процесс информационного обмена при согласовании моделей иллюстрируется рис. 24.

При согласовании моделей имеет место еще один канал обмена информацией, не отмеченный на схеме (см. рис. 24). Суть его такова. Анализ имитационной задачи позволяет выявить узкие места в деятельности предприятия, которые вызваны, например, дефицитом того или иного вида ресурсов (дефицит определяется положительной величиной двойственной оценки ресурса). Это позволяет выбрать управляющие воздействия в

$$Z_t^* = \frac{P_t^*}{A_t}$$

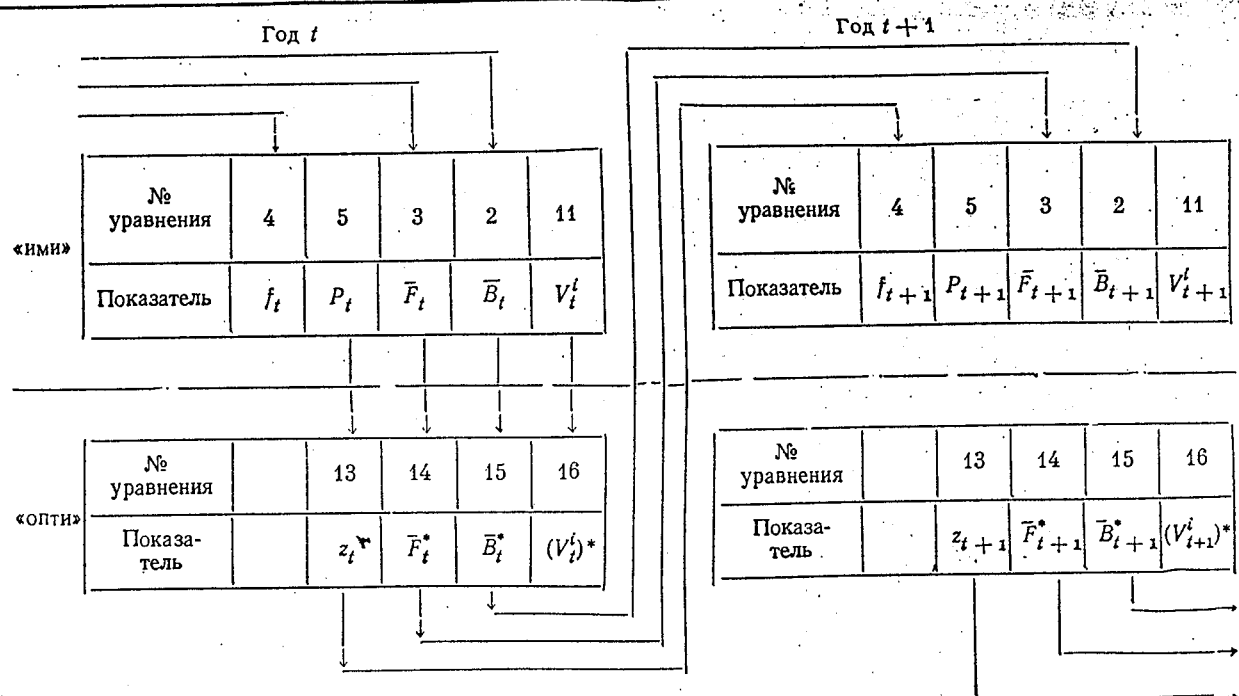


Рис. 24. Схема обмена информацией при согласовании моделей «ими» и «опти»

модели «ими» в целях ликвидации узких мест при расчетах на последующий период.

При модификации модели «ими», участвующей в процессе согласования, число ее информационных связей с моделью «опти» может изменяться. Так, при переходе от однофакторной производственной функции к более общей производственной функции, зависящей от трех факторов (типа Стоуна), выпуск продукции, рассчитанный по модели «ими», определяется с учетом средних норм затрат на единицу выпуска. В связи с изменившейся структурой выпуска продукции указанные средние нормы затрат тоже изменяются. Поэтому после решения оптимизационной задачи их следует пересчитать. Естественно, что при этом число информационных связей моделей «ими» и «опти» возрастает.

Описанная процедура согласования моделей может быть перенесена на тот случай, когда вместо данной модели «опти» выбирается некоторая ее разновидность из числа известных оптимизационных моделей предприятия.

(софэ)

Эта же процедура оказывается пригодной для построения системы моделей оптимального функционирования народного хозяйства [106]. Такая система представляет собой иерархическую структуру, на нижнем уровне которой находится первичная производственная ячейка (предприятие, объединение), описываемая как оптимизационная задача. С учетом этого обстоятельства разработаны некоторые процедуры согласования системы народнохозяйственных моделей.

Однако линейно-программная модель производственной ячейки является по сути излишне упрощенной. Здесь было бы более уместным использование имитационной динамической модели (например, модели E или одной из ее модификаций), что, с одной стороны, позволяет дать более полную картину поведения указанной производственной ячейки, а с другой — придать динамические черты всей системе народнохозяйственных моделей. Однако прямая замена линейно-программной модели имитационной невозможна из-за нарушения процедуры согласования. Поэтому представляется естественным образование агрегата «ими — опти» в системе [9]. Возможные пути его включения в систему [9] рассмотрены в [35].