

179.
✓
Ученые записки

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
ВОПРОСЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

I

Министерство высшего и среднего специального образования
Латвийской ССР
Латвийский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет имени Петра Стучки
Кафедра экономической кибернетики

Ученые записки

Латвийского государственного университета
имени Петра Стучки
том 179

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Выпуск 1



Latvijas
Universitātes
BIBLIOTĒKA



Редакционно-издательский отдел ЛГУ им. Петра Стучки
Рига 1973

ПРЕДИСЛОВИЕ

Научно-технический прогресс предъявляет все новые и более высокие требования к управлению народным хозяйством. Директивами XXIV съезда КПСС на 1971-1975 гг. определено "...развернуть работы по созданию и внедрению автоматизированных систем планирования и управления отраслями, территориальными организациями, объединениями, предприятиями, имея в виду создать в дальнейшем общегосударственную систему сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством на базе государственной системы вычислительных центров и единой автоматической сети связи страны". Задачей научно-последовательских учреждений и высших учебных заведений является обеспечение методологического единства создаваемых систем, что было подчеркнуто в Постановлении ЦК КП Латвии и Совета Министров Латвийской ССР от 26 мая 1970 г. "О создании автоматизированных систем управления и применении средств вычислительной техники в народном хозяйстве республики".

Для ознакомления с результатами работы в этом направлении, начиная с 1972 года кафедра экономической кибернетики экономического факультета латвийского госуниверситета им. П. Стучки приступает к периодическому изданию сборников научных трудов "Теоретические вопросы автоматизированных систем управления". В работах будут освещаться вопросы теории систем, системный подход и системный анализ применительно к экономическим объектам, методы проектирования, создания и внедрения систем управления. Сборник рассчитан на сотрудников научно-исследовательских и проектно-технологических институтов, специалистов отраслей народного хозяйства, аспирантов и студентов экономических специальностей.

Статьи и замечания просим направлять по адресу:

Рига-50, бульв. Райниса, 19, кафедра экономической кибернетики латвийского госуниверситета им. П. Стучки.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ И МАТЕРИАЛЬНОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Г.Я. Диберман

Повышение эффективности общественного производства неразрывно связано с дальнейшим совершенствованием механизма социалистического хозяйствования, структуры, форм и методов управления экономическими процессами. В этой связи на XXIV съезде КПСС говорилось о той ответственности, которая ложится на советскую экономическую науку. Быстрое развитие народного хозяйства, новые задачи, которые предстоит решать нашей экономике, выдвигают много сложных теоретических и практических проблем, требующих нового подхода, глубокого проникновения в суть явлений.

Неотложные потребности практики определяют ныне необходимость в научных исследованиях соединить политическую экономию с кибернетикой, обогатить арсенал экономической теории положениями общей теории систем.

Известно, что один из героев пьесы Мольера "Мещанин во дворянстве" г-н Журден с удивлением узнает от своего учителя, что он всю жизнь говорил прозой. Нечто подобное имеет сегодня место в экономической науке¹⁾. Ученые, лишь недавно узнавшие о рождении новой науки кибернетики, убеждены в том, что политическая экономия со дня своего становления по сути занималась многими сугубо кибернетическими проблемами. Точнее, вопросы, которые первоначально были и по сей день являются предметом изучения полити-

¹⁾ См. О. Ланге. Введение в экономическую кибернетику. М., 1968, стр. 7.

ческой экономики, с середины XX века стали объектами специфического исследования и в кибернетике.

В наиболее общем виде кибернетику обычно характеризуют как науку о процессах управления в сложных динамических системах. Академик А.Берг, уточняя содержание кибернетики, пишет, что "кибернетика - это наука о целенаправленном и оптимальном управлении сложными системами"¹⁾, а немецкий философ-марксист Г.Клаус считает, что "кибернетику можно определить как науку о планомерном достижении целей с помощью настройки систем на эти цели"²⁾.

Эти вошедшие в научный обиход определения кибернетики указывают на актуальность кибернетического подхода при решении коренных проблем развития социалистической экономики.

Может возникнуть вопрос: не ломится ли автор в открытую дверь? Ведь приложение кибернетики к экономике идет широким фронтом, набирает силу новая научная дисциплина - экономическая кибернетика³⁾.

Но, радуя за сочетание экономической теории с кибернетикой, мы отнюдь не предлагаем отказаться от предмета политической экономики, заменить изучение производственных отношений и их воздействие на развитие производства изложением экономико-математических методов решения тех или иных экономических задач или анализом движения информации

1) А.Берг. "Кибернетика и научно-технический прогресс", в сборнике "Биологические аспекты кибернетики", М., 1962, стр.19.

2) Г.Клаус. "Кибернетика и философия", М., 1963, стр. 339.

3) Предметом экономической кибернетики являются процесс управления и связанные с ними процессы передачи и обработки информации в сложных экономических системах". (Н.Б.Кобринский, Основы экономической кибернетики, М., 1969, стр.6).

"Экономическая кибернетика - порождение экономико-математических методов и теснейшим образом с ними связана. Однако ее можно рассматривать в качестве некоторого ответвления экономико-математических методов, поскольку она заостряет внимание на несколько иных вопросах и анализирует экономические процессы и явления в несколько ином

в экономических системах. Речь идет не о подмене или замене политической экономии экономической кибернетикой, а о синтезе наук¹⁾. Целый ряд категорий кибернетики и системный подход должны быть приняты на вооружение политической экономией, чтобы экономическая теория засверкала новыми гранями, умножила свой творческий потенциал. На XIII съезде КПСС отмечалось, что "наука серьезно обогатила теоретический арсенал планирования, разработав методы экономико-математического моделирования, системного анализа и другие" и что "необходимо шире использовать эти методы".²⁾

Вторжение кибернетики, системного подхода в изучение производственных отношений будет идти шире и глубже, охватывая все новые и новые политэкономические проблемы. Это закономерно, ибо экономика как подсистема общества сама является сверхсложной динамической вероятностной системой с многовариантностью поведения и с множеством подсистем. Из большого количества вопросов, связанных с планомерным управлением социалистически народнохозяйственными организациями, его частями и ячейками, принятием оптимальных решений на всех уровнях иерархически построенной экономики, в данной статье рассматривается лишь проблема взаимодействия обратных связей и материального стимулирования в экономических системах. Если первая часть проблемы (обратные связи в экономике), в основном, рассматривается в работах

экономике - в качестве очень сложных систем с точки зрения законов и механизмов управления и движения информации в них" - В.И. Федорово, Предисловие к книге О. Манге "Будущее в экономической кибернетике", М., 1968, стр. 109.

1) Интересна точка зрения проф. В. Фокожилова, который в одном из своих последних выступлений говорил, о том, что нет науки - экономической кибернетики, есть единая наука - экономика. Выделение ее математических методов в самостоятельную отрасль - явление неправомерное. Надо быстрее объединять их с политической экономией и отраслевыми экономиями. См. "Вопросы экономики" № 6, 1971, стр. 156.

2) "Правда", XI.III 1971 г., стр. 7.

по экономической кибернетике,¹⁾ то ее вторая часть (материальное стимулирование) - сугубо политэкономический вопрос.

1. ОБ ОБРАТНЫХ СВЯЗЯХ ХОЗРАСЧЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Теория и практика социалистического хозяйствования всегда исходит из наличия в экономике объективных причинно-следственных связей: определенные причины (комбинация причин) всегда вызывает определенные следствия. Но однозвенная прямая связь причина → следствие не исчерпывает всего богатства взаимосвязей в сложных системах. Следствие обычно является началом нового звена причинно-следственных связей, т.е. выступает одновременно и причиной.

следствие = причина

... причина → следствие = причина → следствие ...

Для нашего анализа решающим является то, что следствие оказывает обратное воздействие на породившую его причину. Это означает, что осуществляется обратная связь, которая характеризуется тем, что цепь связей элементов данной системы является замкнутой.

причина → следствие

Принцип обратной связи можно смело назвать одним из основополагающих принципов управления в биологических и технических системах. Любой старшеклассник сегодня знает,

¹⁾ См. О.Ланге. Введение в экономическую кибернетику, М., 1968, глава I; Н.Е.Кобринский. "Основы экономической кибернетики", М., 1969, глава I, У; Н.И.Щедрин. "Об основах экономической кибернетики", М., 1969, глава IV

что процессы саморегулирования в живых организмах и автоматическое управление техническими объектами основано на обратной связи.

Но функционирует ли обратная связь в экономике, в управлении производством? В отношении капитализма ответ сомнений не вызывает: да, действует, причем как неотвратимая сила. "Капитал" К.Маркса буквально пронизан анализом причинно-следственных зависимостей типа обратной связи. Действие закона стоимости, закона цены производства как регулятора производства,¹⁾ и законов денежного обращения, регулирование уровня заработной платы и размера накопления капитала, кругооборот капитала, воздействие ссудного процента на производство, образование дифференциальной и абсолютной ренты, циклический характер развития капиталистического производства непосредственно основаны на обратной связи как на ведущей связи конкурентного механизма. При этом происходит апостериорное приспособление производства к рынку и широкое использование метода "проб и ошибок".

Справедливости ради следует отметить, что капитализму отнюдь не принадлежит пальма первенства в налаживании обратных связей. Становление человеческого общества и материального производства как единства производственных сил и производственных отношений уже определило необходимость и наличие обратных связей при регулировании производства. Смена общественно-экономических формаций в связи с назревшими потребностями каждый раз ведет к смене данного типа регулятора производства, меняет конкретную форму и условия

1) Сами понятия "регулирование", "регулятор" сегодня определяются как типично кибернетические понятия. Предполагают, что идея обеспечения автоматической стабилизации давления пара в паровой машине при помощи своего регулятора, Уатту была подсказана механизмом рыночного регулирования с помощью цен. См. Н.Е.Кобринский. Основы экономической кибернетики, стр. 19.

действия обратной связи.

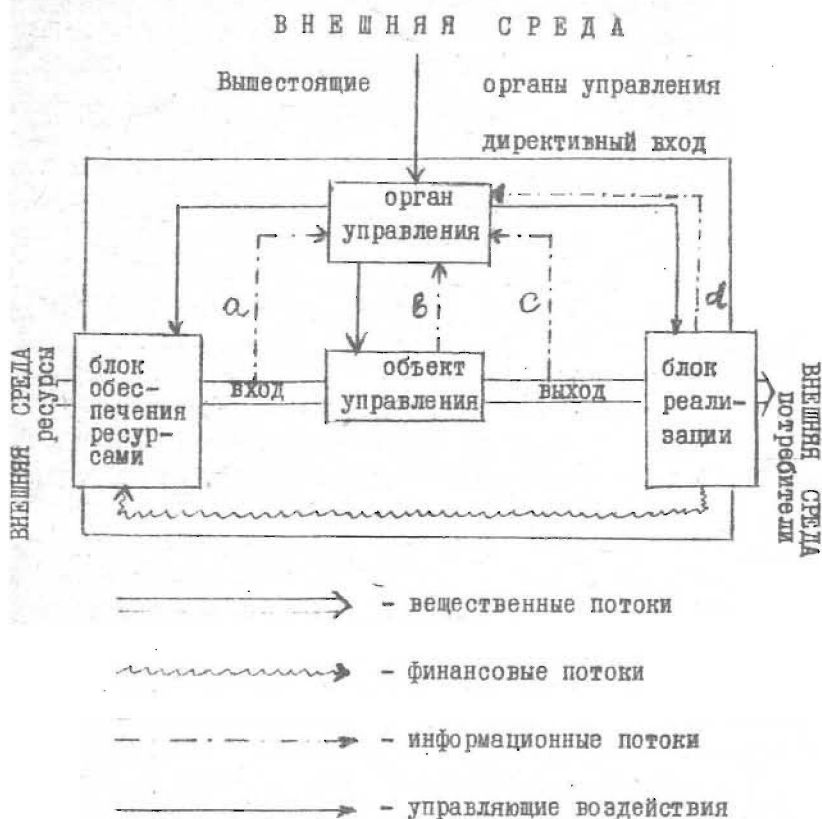
Поэтому нет спора о том, быть или не быть обратным связям в управлении социалистическим народным хозяйством. Эти связи реально существуют. Творческая дискуссия должна охватывать проблему наиболее рациональной организации обратных связей, чтобы во всех звеньях хозяйственной системы — будь то предприятие, объединение, министерство и Госплан — каждый раз с точки зрения некоторого критерия обеспечивалась оптимальность принимаемых решений.

Наличие обратных связей в социалистической экономике не только не противоречит планомерности развития хозяйства, но является обязательным условием обеспечения плановых пропорций, успешной реализации поставленных задач.

То, что обратные связи при социализме существуют объективно, не означает, что они формируются самотёком, независимо от людей. Суть в том, что эти связи следует целенаправленно организовать, научно предвидя конкретное взаимодействие причин и следствий для достижения определённого результата.

Сверхсложному народно-хозяйственному организму социализма присуще множество контуров обратной связи. Мы ограничимся разбором лишь некоторых наиболее существенных обратных связей, участвующих в регулировании деятельности такой относительно обособленной экономической системы, какой является государственное хозрасчётное производственное предприятие / объединение / — основное звено общественного производства.

Ниже приводится упрощённая схема этих связей:



На основе директивного планового задания вышестоящего органа управления (директивный вход) и в рамках централизованно устанавливаемых нормативов и правил орган управления хозяйственного предприятия (объединения) организует процесс производства и реализации продукции, т.е. выход в соответствии с плановыми параметрами. Для этого на входе должны быть определенные материальные и трудовые ресурсы¹⁾, необходимо наладить целенаправленное взаимодействие

1) Изображение в схеме входа в виде чисто вещественного потока условно, без учета своеобразия участия в производстве рабочей силы.

всех факторов производства. Итак, состояние входа и управляющее воздействие на участников производственного процесса определяют выход. При хозрасчетной форме ведения хозяйства выход системы в свою очередь обеспечивает ее вход. Условием возобновления (продолжения) производства является его успешное предшествующее окончание, т.е. реализация произведенной продукции и получение предусмотренного финансового результата. Здесь в кругообороте производственных фондов, в самокупаемости хозрасчетных единиц зримо проявляется действие обратной связи. (Эта линия обратной связи на схеме изображена в виде финансового потока от выхода к входу).

При полной самокупаемости (полном самофинансировании) обратная связь реализуется и при накоплении: получение чистого дохода определенной величины на выходе определяет возможность увеличения ресурсов на входе.¹⁾

Финансовая зависимость входа от выхода не исчерпывает систему обратных связей хозрасчетного предприятия.

Управление без обратной связи осуществимо лишь в том случае, если формирование входа и все без исключения процессы в объекте управления неотвратно протекают без малейшего отклонения от программы, когда все возмущения можно во времени точно предусмотреть, т.е. если развитие системы не носит вероятностного характера, тогда отсутствует необходимость контроля за результатами управляющих воздействий, за состоянием выхода. Очевидно, что такие условия никакой экономике, в том числе и плановой, не присущи.

Эффективное управление по обеспечению заданных параметров выхода должно опираться на достаточную информацию о конкретных результатах управляющих воздействий на всех

1) Обратная связь в рамках отдельной хозрасчетной единицы здесь переплетается с обратными связями более обширной системы: накопление обусловлено не только наличием необходимых финансовых средств у данного предприятия, но и определенной вещественной структурой выхода ряда отраслей материального производства, а часто и возможностью

стадиях кругооборота производственных фондов. Тем самым необходимо организовать поток обратной информации о состоянии входа, о протекании процессов производства, о состоянии выхода. Эта информация служит основой для принятия тех или иных управленческих решений.

Орган управления связан с входом одним каналом обратной информации (а), по которому регулярно поступают сведения об обеспеченности входа финансовыми, материальными ресурсами (информация о количественных и качественных характеристиках всех составных входа). Следующий канал обратной информации (в) доводит до органа управления необходимые характеристики прохождения производственных процессов.

От вещественного выхода в орган управления отходит канал обратной информации (с), по которому передается информация об итоге непосредственного процесса производства: что, сколько и с какими затратами произведено. Вещественный выход переходит в блок реализации продукции, который связывает данную систему со средой (с потребителем). Обратная информация (д) характеризует превращение выхода данной системы во вход другой системы.

Было бы ошибочным считать, что по этому каналу обратной информации передается лишь сигналы о результатах процесса обращения. Сигналы, исходящие от стыка системы со средой, выражают органическую взаимосвязь производства и обращения, обусловленность обращения производством, свидетельствуют о подтверждении общественной потребительной стоимости и стоимости произведенного через акт реализации по определенной цене.

Обратная информация (сигналы обратной связи) в специальном блоке органа управления сопоставляется с заданными значениями программы управления; в зависимости от характера и величины выявленных отклонений осуществляется управляющее воздействие на вход (блок обеспечения ресурсами), объект управления и выход (блок реализации продукции) по их преодолению.

В принципиальных схемах организации обратной связи выход с органом управления обычно связан лишь одним каналом обратной информации и не отмечено управляющее воздействие на выход системы. Это отражает тот основополагающий факт, что постоянные входы и процессы в объекте управления полностью определяют выход. Но конкретное рассмотрение обратных связей хозяйственного производственного предприятия требует дифференцированного подхода к разным отрезкам выхода, выделение особого блока реализации продукции. Отклонение окончательного выхода от плановых значений (например, при невыполнении плановых показателей) может быть обусловлено не только отсутствием каких-то ресурсов на входе или неполадками непосредственного производства, но и недостатками в организации реализации продукции, а также возмущениями среды (непредвиденное, неучтенное изменение потребностей, отказ от заказанного, неплатежеспособность покупателя и т.д.). И перевыполнение плана производства по количественным показателям не всегда является экономическим благом: обратная информация должна просигнализировать об избыточности произведенного. Таким образом, обратная информация с производственного или вещественного выхода нужна как для корректировки входа и самого производства, так и для управляющего воздействия на реализацию произведенного, т.е. по обеспечению "коммерческого" или "общественного выхода".

В литературе указывают на четыре основных задачи, решаемые обратной связью:

- 1) противодействие тому, что делает сама материальная система, когда она выходит за установленные (плановые) пределы;
- 2) компенсация возмущений и поддержание состояния устойчивого динамического равновесия системы;
- 3) синтезирование внешних и внутренних возмущений, стремящихся вывести систему из состояния устойчивого равновесия, сведение этих возмущений к отклонениям одной или нескольких управляемых величин;

4) выработка управляющих воздействий, обеспечивающих адаптацию т.н. следящих систем ¹⁾.

При анализе обратных связей хозяйственного производственного предприятия первые три задачи можно свести в одну. Очевидно, что противодействие отклонениям системы от плановых величин связано с компенсацией различных возникающих возмущений. При этом информация об этих возмущениях воспринимается органом управления в обобщенном, синтезированном виде как отклонение от заданных параметров, в первую очередь от директивных плановых показателей. ²⁾

Учитывая сложность проблемы, вопрос о задачах обратной связи следует расчленить - необходимо отдельно рассмотреть задачи, стоящие перед сигналами обратной связи, и задачи управляющих воздействий по сигналам обратной связи.

В хозяйственном производственном предприятии сигналы обратной связи должны обеспечивать блок управления следующей информацией: во-первых, о возмущениях, влияющих на деятельность данной системы, и об отклонениях от заданных параметров на входе, выходе и в самом объекте управления; во-вторых, об удовлетворении данным видом (данными видами) продукции (услуг) той или иной общественной потребности; в-третьих, о степени эффективности данного производства (в идеальном варианте об оптимальности реализуемых плановых мер).

Хотя решение этих задач взаимосвязанно и частично осуществляется на основе одной и той же информации, речь идет об обособленных по своему характеру задачах. Так, например, информация (сигнал обратной связи) об уровне рентабельности производства при определенных условиях выполняет все три указанные задачи; в то же время сигналы о наличии рабочей силы, материальных ресурсах, о выполнении плана по валовой или товарной продукции содержат информацию об от-

1) См. Н.Н. Шедрин. Об основах экономической кибернетики. Стр. 57-60.

2) Различные отклонения (возмущения) могут друг друга перекрывать, не вызывая общего отклонения управляемой величины от заданного уровня. Практика свидетельствует, что в

существовании (наличии) возмущений и отклонений, но хранит молчание о том, удовлетворили ли использованные средства общественные потребности и какова эффективность производства. Разрабатывая систему сигналов обратной связи и определяя их информационное лицо (информационное содержание), следует исходить из того, для выполнения какой из перечисленных задач данный сигнал предназначен. Функциональное назначение определяет и базу сравнения сигнала обратной связи. Для одних сигналов эта плановая потребность, разнообразные плановые параметры, для других — достигнутый уровень предыдущего периода, те или иные нормативные величины и т.д.

Наиболее сложно определить базу сравнения для сигналов обратной связи, информирующих о степени эффективности производства. Так, например, плановый уровень рентабельности, фондоотдачи, производительности труда далеко не всегда может быть критерием эффективности производства: неэффективными и тем более неоптимальными (по некоторому критерию) могут быть те хозяйственные решения, на основе которых рассчитан план; сравнение достигнутого с предыдущим периодом не раскрывает степень использования реальных возможностей; при сопоставлении сигнала с групповыми, отраслевыми или народнохозяйственными нормативами эффективности производства в свою очередь не учитываются изменения по сравнению с предыдущим периодом и индивидуальные особенности данного хозяйственного предприятия. При этом надо иметь в виду, что сигналы обратной связи не просто удовлетворяют любопытство работников органа управления, а являются основой для принятий управленческих решений, желательно оптимальных. Понятно, наиболее "простым" представляется вариант разработки оптимального плана, обеспечивающего по заданному критерию наивысшую эффективность. Тогда в таком случае орган управления далеко не всегда принимает меры по преодолению первоначальных частных отклонений.

как будто можно было бы ограничиться первой задачей сигналов обратной связи - выявлять возмущения, ведущие к отклонениям от плановых величин. Но при таком подходе обедняется роль сигналов обратной связи. Именно выполнение ими всех трех задач обеспечивает поставку части информации, необходимой для формирования оптимального плана, и проверки на деле правильности плановых расчетов.

Вопрос о локальном критерии эффективности хозяйственной деятельности и оптимальности плана хозрасчетного производственного предприятия теорией и практикой пока не решен. Очевидно, что скорейшее научно обоснованное решение этих сверхактуальных проблем - обязательное условие для совершенствования системы сигналов обратной связи.

Все сигналы обратной связи хозрасчетного предприятия по месту рождения можно подразделить на сигналы входные (с "входа" системы), сигналы внутренние (о прохождении непосредственного процесса производства), сигналы выходные (с "выхода" системы). С экономической точки зрения выходные сигналы обратной связи следует далее делить на основные и вспомогательные. Основные сигналы являются носителями обобщенной информации о количественном и качественном итоге производства по удовлетворению общественных потребностей и об эффективности использования ресурсов. Вспомогательные сигналы отражают слагаемые основных сигналов или факторы и предпосылки, их определяющие (в рамках "выхода"). Так, информация об объеме реализации продукции является основным сигналом обратной связи, в то время как информация об объеме валовой или товарной продукции - **вспомогательным сигналом**; уровень рентабельности производства выступает как основной сигнал, фондоотдача и скорость оборота оборотных средств (частные показатели эффективности использования производственных фондов) классифицируются как вспомогательный сигнал. Балансовая прибыль с одной стороны является слагаемым рентабельности, с другой стороны, это один из важнейших итоговых показателей "выхода" системы. Учитывая последнее обстоятельство, информацию о балансовой прибыли следует отнести к **основным**

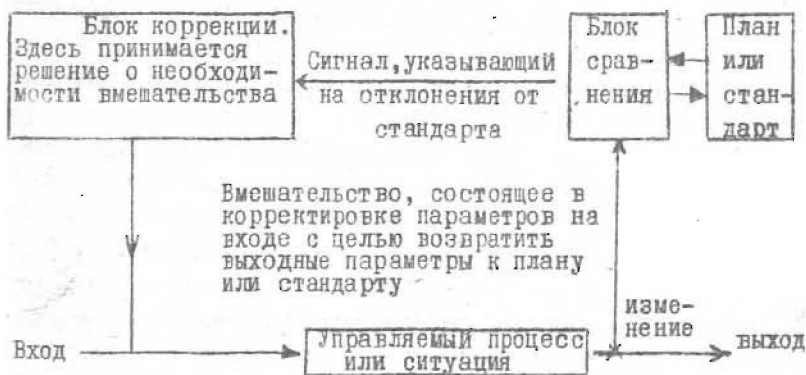
сигналам обратной связи. К разряду основных сигналов относится также обратная информация о производительности живого труда и об ассортименте произведенной и реализованной продукции. Это деление сигналов обратной связи на основные и вспомогательные, несмотря на элемент условности, имеет принципиальное значение для определения плано-директивных и оценочных показателей деятельности хозяйственного предприятия. Именно итоговые показатели, лежащие в основе основных сигналов обратной связи, должны утверждаться, главным образом, централизованно и служить для оценки деятельности производственных коллективов; в свою очередь плано-расчетными преимущественно являются те показатели, информация о которых выступает как вспомогательные сигналы обратной связи. Но существует и обратная зависимость. Информация о плано-директивных и оценочных показателях для органа управления хозяйственного предприятия неизбежно становится основным сигналом обратной связи. Понятно, орган управления должен реагировать как на основные, так и на вспомогательные сигналы обратной связи. Но при этом реакция на возмущения и отклонения по вспомогательным сигналам обратной связи нацелена на обеспечение заданных характеристик по плано-директивным, оценочным показателям, т.е. на преодоление возмущений и отклонений по основным выходным сигналам.

Следующая проблема - это вопрос о задачах реакций на сигналы обратной связи, т.е. задачи управляющих воздействий органа управления хозяйственного предприятия по обратной информации.

Первая задача - компенсация возмущений и преодоление отклонений с целью обеспечения плановых характеристик выхода как по количественным, так и по качественным параметрам. Здесь возможно несколько вариантов решений:

- а) устранение возмущений;
- б) обход возмущений, достижение плановых величин "выхода" путем, ранее планом не предусмотренным.

Схема первой функции управляющих воздействий по сигналам обратной связи¹⁾



Но эта первая задача не исчерпывает назначение управляющих воздействий по сигналам обратной связи. Суть в том, что обычно есть ряд вариантов управленческих решений по выполнению плановых заданий. Кроме того, на основе сигналов обратной связи должен проводиться постоянный поиск резервов, должны разрабатываться планы следующих периодов.²⁾

1) Ф. де П. Ханика. Новые идеи в области управления. М., изд. "Прогресс", 1969, стр. 31.

2) В плановой и хозяйственной практике широко используется краткосрочный прогноз об ожидаемом выполнении тех или иных плановых показателей за определенный период. Эта информация формально не относится к сигналам обратной связи, ибо отражает не фактический, а только предполагаемый результат производства. Но в то же время, этот прогноз ожидаемого состояния выхода не плод фантазий, а расчетная величина на основе сигналов обратной связи о состоянии входа, о достигнутом на выходе наметившихся тенденций. Поэтому информацию об ожидаемом выполнении плановых показателей можно квалифицировать как ожидаемые сигналы обратной связи.

возможен случай, когда возмущения устранить или обойти просто невозможно¹⁾ или нецелесообразно²⁾. Тогда очевидно возникает необходимость своевременно корректировать план и реорганизовать производство, определить новые параметры выхода и, соответственно, хода процесса производства. Но это уже больше не укладывается в рамки первой задачи управляющих воздействий.

Приведем конкретный пример. Начиная с 1968 года сигналы обратной связи с выхода (с блока реализации) Рижского электромашиностроительного завода свидетельствовали о начавшихся трудностях сбыта стиральной машины "Рига-8". Эти возмущения в последующих годах нарастали, ибо производство морально устаревших агрегатов (да еще в условиях развития сети коммунальных прачечных и расширяющейся возможности приобретения более совершенных машин) все больше опережало спрос. Поскольку плановые органы весь выпуск стиральных машин завода административным путем занаряживали оптовым торговым организациям, завод план по реализации или прибыли в конечном счете выполнял.³⁾ Но факт отсутствия отклонения итогового сигнала обратной связи от планового объема реализации и прибыли отнюдь не свидетельствовал о благополучии.

Реакция руководителей завода на возмущения на стигне выхода и среды сводилась к мерам, не затрагивающим производство и сам план. Дирекция с большим упорством добивалась в вышестоящих органах управления строжайших указаний оптовым организациям заключать договоры на покупку всего планового выпуска стиральных машин независимо от их спроса в розничной сети; кроме того, активно предлагалось прекратить выпуск аналогичного типа машин на других предприятиях страны, где показатели эффективности производства эти

1) Например, строители в срок не сдали объект или случилась авария, а резервных возможностей в наличии нет.

2) Например, опоставление сигнала обратной связи с заданным значением выявило ошибку в плановых расчетах или изменение потребностей (спроса), которое нельзя было предвидеть;

3) Затоваривается стиральными машинами торговая сеть.

машии ниже, чем у Рижских электромашиностроителей. Последнее имеет определенный экономический смысл и может временно, путем сокращения предложения, обеспечить сбыт. Но такое решение никак не способно преодолеть первопричину трудностей сбыта - несовершенство эксплуатационных свойств машин, ее техническую отсталость с точки зрения возможностей и потребностей сегодняшнего дня. Трудности сбыта не были преодолены и после снижения розничных цен (1 марта 1971 года). Надо прямо признать: Рижский электромашиностроительный завод явно опоздал с переходом к выпуску новой значительно совершенствованной модели стиральных машин; орган управления предприятия своевременно не позаботился об удовлетворении запросов покупателей - потребителей, хотя и рьяно боролся за выполнение первой задачи — управляющих воздействий по сигналам обратной связи. Очевидно, что первая задача этих воздействий — не самоцель хозяйствования; она должна органически сочетаться со второй задачей — обеспечение растущих и изменяющихся потребностей общества. Именно эта вторая задача определяет принятие управленческих решений всегда в строгом соответствии с объективной целью производства при социализме, отвергает формальное выполнение планов ради самих планов, обеспечивает учет сигналов обратной связи об удовлетворении потребностей при корректировке и формировании планов.¹⁾

Первая и вторая задачи должны быть дополнены третьей задачей реакции на сигналы обратной связи — обеспечение повышения эффективности производства. Управляющие воздействия по компенсации возмущений и преодолению отклонений от плановых величин, по учету потребностей общества должны исходить из того варианта хозяйствования, который в конечном счете связан с минимумом совокупных затрат живого

1) Об удовлетворении потребностей данным видом продукции свидетельствует не только обратная информация о реализации продукции предприятием-производителем, но и такая разновидность сигналов обратной связи как данные о спросе со стороны потребителей (следует учесть, что именно производство /предложение/ рождает спрос).

и овеществленного труда. Популярный среди некоторых хозяйственников девиз "план любой ценой" экономически не постоятелен, ибо игнорирует тот факт, что план включает в себя и "цену" (выполнить план означает уложиться и в плановые затраты). Кроме того повышенные затраты во имя плана (по показателям вала, объема реализации, номенклатуры) каждый раз выдвигают проблему "стоит ли овчинка выделки", т.е. следует ли удовлетворять одни потребности за счет неудовлетворения других (перерасходованный ресурс в одном месте сокращает производственные возможности в другом).

Третья задача реакции на сигналы обратной связи тесно переплетается со второй: если производство не удовлетворяет реальные потребности общества, то об эффективности этого производства говорить не приходится. Удовлетворение общественных потребностей и эффективность производства идут рука об руку. Более сложна взаимосвязь третьей задачи (да и второй) с первой задачей.

При анализе первой задачи шла речь, в основном, о возмущениях и отклонениях, ставивших под угрозу выполнение плановых показателей. Но большинство хозяйственных производственных предприятий из периода в период перевыполняют план в первую очередь по объемным показателям. Это перевыполнение планов преимущественно не является результатом вероятностного характера экономических процессов, а представляет собой заранее запрограммированный итог на "выходе" системы. Предприятия берут на себя социалистические обязательства по досрочному выполнению планов, получению сверхплановой прибыли, выполняют дополнительные задания по выпуску товаров народного потребления и т.д. Перевыполнение планов касается не только организации самого производственного процесса, но и часто требует увеличения ресурсов на "выходе": далеко не всегда удается сверхплановую продукцию произвести из сэкономленных предметов труда. Если коллектив Рижского завода "РАФ" взял обязательства сверх плана выпустить дополнительную партию микроавтобусов, то выполнить эти обязательства можно будет только в том случае, если на "выходе" будет

обеспечено соответствующее количество дополнительных моторов и других комплектующих изделий.

Социалистические обязательства можно рассматривать как проявление второй и третьей задачи реакции на сигналы обратной связи, когда учет достигнутого и активный поиск резервов дает возможность принимать управленческие решения по более полному удовлетворению общественных потребностей и повышению эффективности производства. При этом возникает двойная система плановых показателей: показатели директивного планового задания и показатели оперативного плана, отражающие обязательства по социалистическому соревнованию и дополнительные задания. В ходе выполнения оперативного плана, непрекращающийся процесс совершенствования производства часто рождает предложения о перевыполнении социалистических обязательств и дополнительных заданий.¹⁾ Так возникает новый вариант оперативного плана. Соответствующие изменения могут касаться всей системы плановых показателей или отдельной группы взаимосвязанных плановых величин, охватывая в одном случае параметры деятельности всех подразделений хозрасчетного предприятия, а в другом — лишь некоторых или даже одного подразделения. Все это весьма усложняет реализацию первой задачи сигналов обратной связи. Значительную часть обратной информации приходится постоянно сопоставлять с двумя или с тремя различными плановыми уровнями конкретных показателей: во-первых, с уровнем, отражающим директивное плановое задание; во-вторых, с уровнем, учитывающим дополнительные задания и социалистические обязательства; в-третьих, с уровнем показателей текущего оперативного плана. Возникает вопрос: сравнение с каким из перечисленных уровней выявляет отклонения, которые должны быть преодолены в соответствии с первой задачей реакции на сигналы

1) Речь идет не только и не всегда об увеличении выпуска продукции, но и о дополнительном росте производительности труда, рентабельности, фондоотдачи, снижении себестоимости, об улучшении качества и т.д.

обратной связи (при одновременном учете второй и третьей задачи)?

Может показаться, что сама постановка вышеуказанной проблемы является надуманной, ибо не должно быть трех различных плановых уровней показателей. Споры нет, директивный план должен быть напряженным, оптимальным по заданному критерию, включать в себя все резервы, известные в момент его разработки. Нельзя считать целесообразным выдвигание сверхпланового задания по производству продукции и принятие повышенных социалистических обязательств одновременно с утверждением плана. Дополнительные задания вышестоящих органов управления, на наш взгляд, всегда должны включаться в директивный план путем корректировки всей системы как утверждаемых, так и расчетных плановых показателей. Что касается социалистических обязательств, то к ним необходимо подходить дифференцированно, с учетом их характера. Во-первых, часть обязательств отражает строго рассчитанное и реально достижимое на основе мобилизации тех явных резервов, которые были вскрыты уже после разработки директивного планового задания в ходе его выполнения. Во-вторых, часть обязательств может иметь характер прогноза о вероятных успехах в области дальнейших поисков более эффективных плановых решений. ¹⁾

В первом и во втором случаях - социалистические обязательства нацеливают коллективы трудящихся и органы управления предприятий превратить возможное в реальное в определенные сроки. Но в первом случае, на наш взгляд, целесообразно по инициативе предприятий провести корректировку директивного планового задания, во втором случае - нет (ибо речь пока идет лишь о прогнозе вероятного).

Что касается резервов, выявленных уже после принятия социалистических обязательств, или резервов, превратившихся из вероятных в реальные, то решение об их включении в

1) Мы полностью абстрагируемся от социалистических обязательств, базирующихся на хорошо известные резервы, которые специально оставлены в запасе, ибо включение этих резервов в директивное плановое задание является аксиомой.

директивное плановое задание должно приниматься исходя из конкретного характера этих резервов. Если эти резервы локального характера, касаются лишь итогов работы отдельного участка, цеха, не меняют (или почти не меняют) основные выходные величины, то основание для изменения директивного планового задания просто отсутствует. Кроме того, явно нежелательно директивные плановые показатели менять чаще, чем три раза в год, т.е. допустимо лишь своевременное однократное изменение утвержденного квартального плана и соответственная корректировка показателей годового плана. Но очевидно и то, что любая реальная возможность повысить эффективность производства должна быть использована в кратчайший срок, а не только в следующем квартале или даже в следующем году. Соответствующие изменения должны фиксироваться в детализованном оперативном плане (без отражения их сразу же в директивных показателях).

Таким образом, два (или даже три) различных плановых уровня показателей деятельности хозяйствующего предприятия — не только реальность хозяйствования сегодняшнего дня, но, в обоснованных пределах, неизбежное явление и при более рациональной организации плановой работы.¹⁾

Орган управления предприятия должен в первую очередь осуществлять управляющие воздействия по преодолению откло-

1) Проблема имеет и технический аспект. Ведущий плановый документ, каким является техпромфинплан предприятия, составляется на основе первоначально утвержденного годового директивного планового задания. В связи с огромными объемами расчетов по определению многочисленных показателей, техпромфинплан в дальнейшем практически не пересчитывается и в значительной мере теряет свое значение планового ориентира. Автоматизация расчетов при помощи ЭВМ открывает реальную возможность многократного быстрого пересчета всех взаимосвязанных показателей техпромфинплана при любых изменениях директивного планового задания и оперативного плана. Соответствующая программа расчетов должна быть органической частью автоматизированной системы управления предприятием (АСУП). Таким образом, существенная часть сигнала обратной связи всегда будет иметь надежную «наивысшую» плановую базу для сопоставлений.

нений сигналов обратной связи от показателей оперативного плана. Такой тезис исходит из предположения, что оперативный план обычно более напряженный, более полно удовлетворяет общественные потребности, чем директивное плановое задание и план, учитывающий социалистические обязательства. Выполнение оперативного плана тем самым обеспечивает не только выполнение, но и перевыполнение директивного планового задания и социалистических обязательств по конкретному кругу показателей. Если уровень показателей оперативного плана адекватно отражает директивное плановое задание, то преодоление отрицательных отклонений от оперативного плана обеспечивает точное выполнение директивного планового задания. Исключительное значение имеет отбор необходимого состава показателей оперативного плана, подлежащих пересчету при изменениях этого плана, и организация регулярного поступления соответствующих сигналов обратной связи.

Здесь мы сталкиваемся с проблемой запаздывания обратной информации, с явлением, когда часть сигналов обратной связи лишь по истечении определенного времени доводит до сведения органа управления сообщения о возмущениях и отклонениях в ходе кругооборота производственных фондов. В результате возникает так называемое "мертвое время" - период времени от возникновения этих возмущений и отклонений до осуществления управляющих воздействий по их устранению (реакция на сигналы обратной связи).¹⁾ Предель-

1) "Из техники регулирования известно, что добротность регулирования непосредственно зависит от так называемого мертвого времени, то есть времени, которое нужно регулятору для того, чтобы вообще оказывать какое-либо действие на возмущение. Чем продолжительнее мертвое время в некоторой системе регулирования, тем хуже регулирование, тем больше система подвержена влиянию случайностей. Если то или иное мертвое время крайне продолжительно, то регулирование вообще более невозможно, система носит, следовательно, неустойчивый характер", Г. Клаусс. Кибернетика и общество, стр. 239. В этом же плане вопрос о коротких и длинных обратных связях ставит О. К. Антонов. Многократно опосредствованная и длинная обратная связь выдает крайне запоздалый сигнал, удлиняется "мертвое время", что приводит к потерям труда материалов, энергии. См. "Для всех и для себя", стр. 146-148.

ное сокращение "мертвого времени" - важная задача организации управления производством, требующая не только регулярного, но и частого (через краткие промежутки времени) поступления обратной информации. Закономерно, что по многим показателям хозяйственной деятельности работники органа управления предприятий желают ежедневно получать сигналы обратной связи. Техническое решение этой проблемы связано с применением современной электронно-вычислительной техники в рамках АСУП.

Завершая разбор управляющих воздействий по сигналам обратной связи, необходимо остановиться на разграничении понятий регулирование и управление и классификации типов управления.¹⁾

Регулирование состоит в такой деятельности органа управления хозяйственного предприятия, которая нацелена на выравнивание всех отклонений выхода системы от заданного значения этого состояния, то есть от нормы (плана, стандарта и т.д.). Если заданное значение или норма состояния выхода системы - величина постоянная, то говорят о прямом регулировании или о стабилизации. Если же заданное значение или норма выхода системы - величина переменная, то имеет место регулирование, совмещенное с управлением.²⁾ Под управлением при этом понимается определение каждого значения переменной нормы выхода системы.³⁾ В этом случае регулирование заключается в корректировке отклонений со-

1) Данный вопрос излагается по О.Ланге. "Введение в экономическую кибернетику". Гл. I, §4. "Регулирование и управление. Типы управления".

2) "Регулирование - это уменьшение разнообразия поведения системы, обеспечивающее заданное подмножество линий поведения (в частности, одной линии). Е.В.Майминас. Процессы планирования в экономике: информационный аспект. Издание 2-е. М., 1971, стр.36.

3) В более широком смысле управление охватывает и регулирование. Переменная норма различных параметров выхода системы, в основном, является итогом переменных норм входа системы и непосредственно процесса производства; регулирование в зависимости от конкретных условий выравнивает отклонения от тех или иных норм в ходе всего кругооборота производственных фондов.

стояния выхода системы от каждого значения переменной нормы этого состояния. Следовательно, регулирование есть выравнивание отклонений от нормы, каждое значение которой определяется управлением.¹⁾

В соответствии с этими определениями О. Ланге, первая задача реакции на сигналы обратной связи может быть охарактеризована как регулирование, вторая и третья задача — как управление. В такой динамичной системе, каким является хозяйственное производственное предприятие, регулирование без совмещения с управлением практически не встречается. Это не исключает того обстоятельства, что ряд норм состояния выхода системы, например, различные стандарты и другие величины могут относительно длительное время быть постоянными величинами.

Быстрое развитие всех производительных сил (особенно в условиях научно-технической революции), с одной стороны, и непрерывный рост и изменение потребностей общества, с другой стороны, периодически определяют изменения заданных (плановых) величин выхода экономических систем. Необходимо подчеркнуть, что при социалистическом плановом хозяйстве изменение плановых значений выходных величин хозяй-

1) Такое специфическое определение понятий регулирование и управление не отвечает другим более обобщенным характеристикам этих понятий и их сочетания. В книге Ф. Бинштока "Наука управлять", М., 1967, стр. 6, говорится: "Управление в самом общем виде может быть охарактеризовано как целенаправленное воздействие на какую-нибудь систему с целью перевода ее из одного состояния в другое". Часто управление определяется различными терминами, как организация, воздействие, упорядочение планированием, а также регулирование. Г. А. Джавадов в своей работе "Реформа и управление промышленностью", М., 1970, пишет "Для управления социалистическим производством характерно планомерное целенаправленное начало и регулирование развития производства на основе научного предвидения" (стр. 6) "... целенаправленное воздействие, входящее в понятие управления, должно быть обязательно дополнено термином регулирование" (стр. 7). При социализме сущность управления состоит "в регулировании общественного производства и сознательном воздействии на производство с учетом объективных экономических законов" (стр. 8). "Методы управления" — это способы регулирования объекта управления, приемы осуществления целевых функций управления на основе использования специфических средств" (стр. 9).

расчетных предприятий отнюдь не является "монополией" управляющих воздействий по сигналам обратной связи. Во-первых, отдельное предприятие (даже производственное объединение) не обладает всей необходимой информацией о потребности общества в конкретной продукции, о ресурсах и возможных вариантах ее удовлетворения. Полную картину сложившейся экономической ситуации даст не локальные сигналы обратной связи, воспринимаемые отдельным предприятием, а обратная информация более обширного охвата, поступающая в вышестоящие органы управления. При всем значении апостериорных и ожидаемых сигналов обратной связи (краткосрочного прогноза), они не в состоянии быть единственной основой проекции потребностей и способов их удовлетворения на будущий плановый период, исходя из сознательно определяемых целей. Отсюда и относительно узкие рамки возможностей второй и третьей функции реакции на сигналы обратной связи отдельного предприятия по более полному удовлетворению общественных потребностей и обеспечению роста эффективности производства.

Во-вторых, сложность народнохозяйственных связей, их необозримость с колокольни отдельного предприятия, ограниченность ресурсов и необходимость установления определенной очередности при удовлетворении (степени удовлетворения во времени) целого ряда производственных и личных потребностей весьма затрудняет или делает невозможным для органа управления хозяйственной системы самостоятельно определить оптимальные плановые величины выхода на перспективу (иногда даже на ближайшую). Поэтому планомерное развитие социалистического производства строится на органическом сочетании прямых и обратных связей. Директивное утверждение плановых показателей хозяйственных предприятий отражает прямые связи центральных органов планирования и управления с этими предприятиями. Разработка, расчет этих показателей основан на прямом распределении ресурсов и прямой балансовой увязке плановых величин; при этом учитывается все богатство прямой и обратной информации, посту-

павшей во все звенья иерархически построенной системы управления экономикой, а также реакция органов управления хозяйственных предприятий, различных управленческих систем на сигналы обратной связи в виде проектов планов, встречных планов, предложений по изменению плановых величин и т. д.

Итак, при директивном характере определяющих плановых показателей переменные плановые нормы выхода хозяйственной системы формируются как итог взаимодействия прямых и обратных связей.

Переменная плановая норма системы регулирования есть функция определенного параметра, который О. Ланге называет критерием управления. Если обозначить переменную норму через Z , указанный параметр через S , то получаем функцию $Z = f(S)$.

В практике планирования применяются различные способы определения переменной нормы или типы управления. Во-первых, если Z есть некая функция времени t , то $Z = f(t)$, и имеет место программное управление, а функцию $Z = f(t)$ называют программой управления. Наиболее простой пример программного управления — определение ежегодного объема реализации продукции, исходя из заданного стабильного ежегодного темпа прироста этой продукции на пятилетие. I) Расчет значительно усложняется, если определить также величину плановой балансовой прибыли для каждого года пятилетки, учитывая ежегодное снижение себестоимости. Развертывание расчетов по цепи причинных связей приведет к определению целого ряда входных плановых норм: ежегодных сумм капитальных вложений, количества дополнительных рабочих рук, сырьевых ресурсов, оборотных средств, в том числе увеличения фонда заработной платы; далее для выхода возможно и необходимо рассчитать плановые переменные нормы производительности живого труда, фондотдачи, рентабельности и др.

I) Отвлекаемся от того, чем определяется именно данная величина прироста объема реализации.

Во-вторых, переменная норма может и не являться функцией времени, а зависит от величины, определяемой каким-то процессом вне данной хозяйственной системы. Тогда имеет место следящее управление, ибо переменная плановая норма X , определяющая поведение регулируемой системы, как бы следит за некоторой другой величиной ω . Отсюда ω называется ведущей величиной, а норма X - следящей величиной. Тем самым $X = f(\omega)$.

Примером следящего управления может служить взаимосвязь предприятий по кооперации. Для Рижского завода "Автотранспортный прибор" переменная плановая величина выпуска приборов, специально предназначенных для автомобиля "Лигуля", является функцией производства этих машин Волжским автомобильным заводом. Следящее управление имеет место и при прямых связях производства с торговлей, когда прямой заказ выступает ведущей величиной, которая определяет следящие величины - плановый объем реализации продукции и ее ассортимент и качество. Для заказа в свою очередь ведущей величиной является спрос. Например, хлебокомбинату или объединению хлебопекарных предприятий поручено полностью удовлетворить потребность в хлебобулочных изделиях населения определенного района. Именно спрос выступит ведущей величиной для объемных показателей плана производства хлебопекарен; заказы хлеботорговых организаций только опосредствуют функциональную зависимость между спросом и производством.

Для планирования производства будущих периодов необходимо знать ожидаемый спрос. Здесь мы сталкиваемся с разновидностью следящего управления - упреждающим управлением. Для его осуществления требуется знание функции критерия управления - ведущей величины на плановую перспективу, т.е. функцией $\omega(t)$. Постоянное сопоставление сигналов обратной связи (апостериорных и ожидаемых) не только с плановыми значениями каждого периода, но и с ведущей величиной и управляющие воздействия по выравниванию отклонений от ведущей величины - обязательное условие эффективности следящего управления.

В-третьих, при установлении планового значения Z работы системы на основе предшествующего процесса управления (и отсутствия определенной ведущей величины) имеет место адаптационное управление. Тогда планируемое состояние выхода системы является функцией этого состояния в предшествующие периоды или моменты. Существенный вариант адаптационного управления основан на накоплении и обобщении выводов из прошлого опыта, поэтому такое управление часто называют "процессом самообучения" или "процессом наследования"; в этом процессе как бы "наследуется" ранее приобретенный опыт, который становится основой определения плановых значений выхода системы. Именно сигналы обратной связи информируют орган управления о результатах предыдущего хозяйствования, что дает возможность отбора и закрепления лучших вариантов в плановых решениях для последующих периодов (реакция на сигналы обратной связи). В этой связи весьма интересна постановка Е.З.Маймина о проблеме экономического генотипа, т.е. вопроса о "наследственном коде" экономической системы, специальном механизме, обеспечивающем воспроизведение структуры системы, принципов ее функционирования, процесса обучения, запоминания опыта и совершенствования.¹⁾

В-четвертых, существует еще тип управления, при котором плановое значение одной из величин выхода (постоянной или переменной) представляет собой максимум или минимум некоторой функции (или функционала). Если заданная величина Z - постоянная, то имеет место экстремальное или оптимальное управление. Пример этому - такой подбор (сочетание) плановых значений выхода хозяйственного предприятия, при котором достигается максимум нормы рентабельности (массы прибыли чистого дохода, фондостдачи, производительности труда и т.д.) или минимум себестоимости (трудоемкости, материалоемкости, фондоемкости и т.д.).

¹⁾ См. Е.З.Маймина. Процессы планирования в экономике, стр.116-121.

Выход хозяйственного производственного предприятия характеризуется целым набором взаимосвязанных плановых показателей, норм регулирования системы. Эти величины, как правило, являются функцией многих параметров. Тем самым, следует говорить о многопараметрическом (многофакторном) критерии управления и комплексном управлении. Так, "управление может быть программным относительно одного параметра (времени), следящим относительно другого параметра (ведущей величины), адаптационным относительно третьего параметра (зависящего от прежних состояний выхода системы) и экстремальным относительно четвертого параметра (представляющего собой условие минимизации каких-либо затрат или усилий)".¹⁾ О. Ланге подчеркивает, что такое комплексное управление типично для развития живых организмов. На наш взгляд, оно имеет место и при планировании деятельности экономических систем. Многопараметрический критерий может быть использован при определении переменного планового значения одного показателя или когда заданные величины различных показателей рассчитываются по разным критериям управления. Например, плановый объем ввода в строй новых основных фондов может быть определен по функции времени (программное управление) при одновременном "наследовании" положительного опыта по сокращению фондоемкости (адаптационное управление); если плановый объем реализации и номенклатура производства следят за ведущей величиной - спросом (следящее управление), то это не исключает расчета других плановых переменных по другим критериям.

Исходя из первой задачи реакции на сигналы обратной связи, хозяйственное производственное предприятие следует характеризовать как саморегулирующуюся систему. Широкое применение адаптационного управления означает, что хозяйственное предприятие также является и самобучающейся системой. В зависимости от широты и глубины проявления

¹⁾ О. Ланге, Введение в экономическую кибернетику, стр. 44, 45.

второй и третьей задачи реакции по сигналам обратной связи и учитывая воздействие прямого директивного планирования, следует об этих предприятиях говорить, как о самоорганизующихся системах, которые в ходе своего развития в связи с изменениями потребностей и возможностей изменяют свою внутреннюю организацию (структуру) и программу регулирования. Подклассом самоорганизующихся систем являются самосовершенствующиеся системы, отличительная черта которых состоит в том, что они перестраивают свою структуру не в пределах заданного набора элементов, а на расширяющемся их множестве.¹⁾ К таким системам очевидно следует отнести хозрасчетные промышленные объединения и крупные хозрасчетные производственные объединения.

Все сигналы обратной связи по критерию реакции на них органа управления делятся на болевые и нейтрально информирующие сигналы.²⁾ По болевым сигналам с тем или иным опозданием принимаются конкретные управленческие решения по регулированию системы или по корректировке плановых значений ее выхода. На нейтрально информирующие сигналы орган управления реагирует, не реагируя. Здесь возможны два варианта: во-первых, сигнал информирует о полном соответствии фактических значений выхода (выход, протекание процесса производства) плановым; во-вторых, возмущения и величина отклонений не превышают "порога чувствительности" системы, т.е. по оценке органа управления оказываются в допустимых пределах (ощутимо не влияют на выход). Другими словами, при поступлении нейтрально информирующего сигнала принимается решение: не изменять режима работы системы (команда "так держать" - приказ рулевому не менять положение руды). При повышении "порога

1) См. Е.З.Майминас, Процессы планирования в экономике, стр.40.

2) Понятия заимствованы из работы У.Р.Эмби "Конструкция мозга", где указывается, что обратная связь от среды может быть разделена на два класса: "болевые" ответы среды, воздействующие на существенные переменные системы, и "нейтрально информирующие" ответы, не оказывающие такого воздействия. См. Е.З.Майминас, Процессы планирования в экономике, стр.118.

чувствительности" системы часть болевых сигналов становится нейтрально информирующей; при понижении этого порога имеет место обратное явление. В орган управления может поступать и такая обратная информация, которая вообще никакой реакции (активной или пассивной) не вызовет. В таком случае, эта информация не будет являться сигналом обратной связи для данного хозяйственного предприятия. Такая информация может передаваться для использования на более высоких уровнях иерархии управления или быть избыточной, т.е. ненужной с точки зрения осуществления задач сигналов обратной связи. Возможен и такой случай, когда сама обратная информация является ценной и нужной, но программа регулирования и управления по той или иной причине не предусматривает какую-либо реакцию на эту информацию.

По своему воздействию на систему обратные связи подразделяются на отрицательные и положительные. Как отмечалось, регулирование деятельности хозяйственного предприятия нацелено на сокращение или преодоление отклонений от заданного значения; тем самым оно строится на отрицательной обратной связи. Но возможно и управляющее воздействие по обратной информации, увеличивающее отклонение. В таком случае, будет иметь место положительная обратная связь, например, деятельность органа управления по наибольшему перевыполнению планового задания.

Характеристика обратных связей относительно обособленной экономической системы (хозяйственного производственного предприятия) требует ответа на ряд кардинальных вопросов: как практически замыкается цепь связей в экономической системе? Чем руководствуются работники органа управления, реагируя тем или иным образом на обратную информацию? Чем определяется деление сигналов обратной связи на болевые и нейтрально информирующие и уровень "порога чувствительности" системы? Как добиться, чтобы управляющие воздействия обеспечили бы по заданному критерию оптимальное значение выхода хозяйственного предприятия.

Анализ этих проблем требует предварительного рассмотрения вопроса о материальных стимулах при социализме.

2. СУЩНОСТЬ МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ

В экономических системах непосредственная реакция на сигналы обратной связи процесс субъективный. Обратную информацию воспринимает и на нее реагирует не автоматическое устройство с заданной программой регулирования/управления), а работники органа управления¹⁾, которые принимают определенные управленческие решения. Это не означает, что здесь царствует произвол, принцип, "как хочу, так и вору". Основная направленность управляющих воздействий по сигналам обратной связи при любых общественных формах хозяйствования подчинена определенным закономерностям, обусловленным конкретным типом производственных отношений, т.е. имеет объективную первооснову. Понятно, конкретное содержание того или иного управленческого решения и его результат зависят от многочисленных факторов, в том числе от чисто субъективных, как, например, знания, опыт, творческие потенции и даже психологический настрой тех, кто эти решения подготавливает, утверждает и претворяет в жизнь. Другими словами, индивидуальные качества работников, субъективный фактор в делах управленческих со счетов никак не следует сбрасывать. Но при всем этом реакция на сигналы обратной связи в конечном счете всегда подчинена "сверхзадаче" - реализации экономических интересов хозяина (хозяев) средств производства. Проблема усложняется тем, что управленческие решения, принимаемые конкретными работниками, непосредственно отражают заинтересованность этих работников в том или ином результате экономического процесса. Возникает сложный клубок взаимосвязей объективного и субъективного при управляющих воздействиях в связи

1) В конкретных условиях, это может быть и сам владелец средств производства.

с поступлением обратной информации. Размотку этого клубка следует начать с анализа экономического интереса.

Большинство авторов едины в мнении, что экономический интерес не акт сознания, а объективная экономическая категория, выражающая экономические потребности общества, класса, иных общностей, того или иного коллектива, личности. На наш взгляд, экономический интерес - это форма проявления объективной необходимости удовлетворения исторически сложившихся, материально и социально детерминированных потребностей, обусловленная конкретным типом производственных отношений. Объективность экономических интересов определена причинно-следственной зависимостью: каковы производственные отношения данного общества - таковы и экономические интересы¹⁾. При этом производственные отношения как бы многократно участвуют в формировании экономических интересов, определяя: во-первых (во взаимодействии с другими факторами), состав и уровень экономических потребностей; во-вторых, объективную необходимость удовлетворения определенных потребностей для данного воспроизводственного процесса; в третьих, структуру (систему) экономических интересов (выделение отдельных групп интересов); в-четвертых, противоречия интересов. Как видим, воля и сознание людей, вопрос о том, осознаны или не осознаны ими интересы, т.е. субъективный момент, к формированию и определению сущности экономических интересов никакого отношения не имеет²⁾. Социализм в этом отношении не является исключением, хотя роль субъективного фактора в развитии экономики резко возрастает. Общественная собственность на средства производства, совокупность социалистических производственных отношений проявляется в специ-

1) См. К.Маркс и Ф.Энгельс. Соч. т.18, стр.271.

2) История знает немало примеров, когда целые классы, социальные группы (уже не говоря об отдельных лицах) не осознавали своих подлинных интересов; но от этого сами интересы не переставали существовать.

фическом противоречивом единстве трех основных групп экономических интересов при социализме - общенародных, коллективных, личных.

В основе указанных групп интересов соответственно лежат потребности всего общества, потребности относительно обособленного коллектива, потребности личности. Единство основного содержания этих потребностей и интересов определено социалистической формой производства, "основным принципом которых является полное и свободное развитие каждого индивидуума"¹⁾; материальное богатство (производство) здесь не самоцель, а существует для потребностей развития трудящихся²⁾. Когда говорят о потребностях всего социалистического общества, обычно подчеркивают их многогранность, то, что они включают в себя потребности личные и производственные (в том числе потребности накопления), потребности не только материальные, но и социальные и культурные, потребность в свободном времени, в охране природы и т.д. Но это одновременно и объективные потребности любого члена общества. Это не означает, что коллективные и общенародные интересы - простая сумма личных интересов членов относительно обособленных коллективов и всех членов общества. Социалистические производственные отношения определяют разные ступени обобществления интересов, своеобразного синтеза интересов, порождающего новое качество. При этом не следует упускать из виду, что социалистическое общество не есть что-то отличное от совокупности отношений членов, его составляющих, что потребность вообще не может существовать помимо реальных носителей, то есть реальных членов общества³⁾. На наш взгляд, прав А. Еремин, когда пишет, что "при всей объективности любого группового или общенародного интереса экономический интерес

1/ К. Маркс и Ф. Энгельс, Сочинения, т. 23, стр. 605.

2/ См. там же, стр. 695.

3) См. А. М. Румянцев. "О категориях и законах политической экономики коммунистической формации", М., 1965, стр. 136.

как таковой персонализируется только в индивиду. Индивид — каждый индивид — несет в себе и свой личный интерес (определенный его индивидуальным местом в производстве), и интерес разных коллективов и групп, в состав которых этот индивид входит, и общенародный интерес" ¹⁾. То, что не соответствует интересам личности, никак не может быть составной частью интересов коллектива или общества. И наоборот то, что является объективным интересом личности не может не быть интегрированной частицей интереса тех общностей, в которые данный индивидуум входит. Накопление, развитие фундаментальных наук (не дающие сразу экономический эффект), оборона страны осуществляется исключительно ради личности, в интересах личности, ибо это условия развития индивидуума. Означает ли это, что личный интерес является ведущим интересом в системе иерархии экономических интересов социализма? Нет! Личный интерес можно реализовать лишь в обществе, через общество, благодаря взаимодействию множества производственных коллективов и их членов (работников), при общественном управлении сложнейшим процессом создания всей совокупности условий для достижения полного благосостояния всех членов общества и всестороннего, свободного развития личности каждого. "Общий интерес существует не только в представлении, как "всеобщее", но прежде всего он существует в действительности в качестве взаимной зависимости индивидов, между которыми разделен труд" ²⁾.

Основололагающее единство общенародных, коллективных и личных экономических интересов в социалистическом обществе является прямым выражением коренных черт экономического строя социализма. Но это отнюдь не означает, что системе экономических интересов при социализме органически не присущи объективные противоречия. Эти противоречия отражают степень зрелости социалистических производственных отношений при данном характере и уровне развития производительных сил. Во-первых, внутренне противобо-

1) "Экономические науки", № 5, 1970, стр. 23.

2) К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 3, стр. 31.

речивой является каждая из групп экономических интересов. Как общенародный, так и коллективный и личный интерес представляют собой единство двух взаимосвязанных и в то же время противоречивых начал — непосредственного и опосредствованного интереса. Интерес непосредственный — это интерес текущий, "сиюминутный", ограниченный преимущественно рамками личного потребления (потребление семьи), основной частью необходимого продукта, непосредственными условиями труда. Опосредствованный интерес — это интерес удовлетворения общих нужд (оборона, управление, часть общественных фондов потребления), а также интерес перспективный, интерес накопления, создания условий полного благосостояния и всестороннего и свободного развития каждой личности в ближайшем и более отдаленном будущем; опосредствованный интерес, главным образом, связан с производством и использованием прибавочного продукта.

Противоречие между непосредственным и опосредствованным интересом (в рамках каждой из групп интересов) тем самым отражает объективную неантагонистичную противоречивость текущих и перспективных потребностей, потребления и накопления, необходимого и прибавочного продукта¹⁾ при социализме.

Во-вторых, существуют противоречия и между группами экономических интересов. Когда мы даем характеристику общенародных, коллективных и личных интересов, мы пользуемся научными обобщениями, определяем то общее, коренное, что присуще всем конкретным интересам, образующим ту или иную группу. В практике хозяйствования приходится не только учитывать основную суть экономических интересов вообще, но иметь дело с практическими экономическими интересами определенного коллектива и определяемых работ-

1) Мы отталкиваемся от того, что часть потребностей, связанных с общественными фондами потребления и удовлетворяемых за счет необходимого продукта, проявляется как опосредствованный интерес.

ников. При общественном и профессиональном разделении труда (разном месте коллективов и работников в общественном производстве), социально-экономической неоднородности труда различие потребностей разных коллективов и работников объективно предопределено. Свойственное социализму противоречие между равенством всех членов общества как собственников решающих средств производства и их неравенством в использовании средств производства, при ограниченности ресурсов каждого данного периода, тем самым является основой определенной противоречивости между общенародными, коллективными и личными экономическими интересами. Приведем пример. Предположим, что козрасчетное предприятие оснащено отсталой техникой, на нем применяется много тяжелого ручного труда. Экономический интерес коллектива этого предприятия требует скорейшей технической реконструкции завода, которая резко повысила бы эффективность данного производства; необходимые капитальные вложения при этом окупились бы в краткие сроки. На первый взгляд кажется, что налицо полное тождество коллективных и общенародных интересов¹⁾. При решении вопроса очевидно придется учитывать ограниченность ресурсов (не дающая возможности одновременно удовлетворять все названные потребности), влияние экономических результатов реконструкции данного предприятия на удовлетворение потребностей других коллективов, всего народного хозяйства. Оценка целесообразности обеспечения конкретного интереса данного коллектива должна вестись с точки зрения общенародного интереса, во взаимосвязи всех интересов. В итоге может оказаться, что реконструкция (столь желанная коллективу) пока не соответствует интересам всего общества, что ресурсы, необходимые для этой реконструкции, более

1) Практически проблема более сложна: реконструкция может быть в противоречии с непосредственными профессиональными интересами ряда групп работников, лишить их привычной работы. В таком случае коллективный интерес представляет интерес подавляющего большинства членов коллектива.

рационально направить на другие объекты, где степень сочетания всех интересов в общенародном масштабе более высокая.

Очевидно, что потребность в благоустроенном жилье проявляется в экономических интересах членов общества, в том числе в личном интересе. Но различные члены общества (семьи) существенно отличаются по степени удовлетворения этой насущной потребности. Если личный интерес тех, кто еще в должной мере не обеспечен жильем, в известной своей части требует дальнейшей интенсификации жилищного строительства, то личный интерес счастливых обладателей благоустроенных квартир частично связан с первоочередным развитием других отраслей. Вопрос о том, куда и в каких пропорциях направлять соответствующие ресурсы, должен решаться исходя из общенародного интереса, из учета необходимости создания наилучших взаимосвязанных условий для более полного удовлетворения потребностей общества.

Объективные противоречия объективных интересов при социализме следует отличать от противоречий, возникающих в практике хозяйствования в связи с условиями реализации непосредственных интересов.

Объективные экономические интересы выражают всю совокупность социалистических производственных отношений, а экономические условия реализации непосредственных интересов определяются конкретными практическими формами отдельных сторон производственных отношений, которые устанавливаются субъективно. В силу этого формы хозяйствования не могут породить противоречие объективных интересов. Ошибки в построении тех или иных экономических рычагов вызывают весьма острые противоречия, но эти противоречия другого происхождения и другого характера, чем противоречия между объективными экономическими интересами при социализме.

Представляется, что при анализе проблемы экономических интересов и их роли в развитии производства следует различать:

1) объективные экономические интересы;

- 2) экономические условия реализации интересов;
- 3) осознание связи экономических условий реализации интересов с самими экономическими интересами;
- 4) направленность действия производственных коллективов и каждого работника по реализации экономических интересов.

Такое расчленение единой проблемы диктуется потребностями практики, необходимостью при субъективных действиях основываться на объективном.

Экономический интерес определяет действия членов общества (совместо и в отдельности) по удовлетворению своих растущих и изменяющихся потребностей. Но чем определяется конкретная направленность этих действий? Непосредственно экономическими интересами? Нет! Мысленно сделаем следующий эксперимент: к двум работникам одинаковой профессии и одинаковой квалификации, работающим в одинаковых производственных условиях, выполняющим одни и те же трудовые функции и имеющим одни и те же экономические интересы (объективно обусловленные потребности), применим различные критерии оценки деятельности и формы распределения; труд первого работника будем оплачивать сдельно с премиальными доплатами за каждый процент перевыполнения нормы выработки; труд второго работника будем оплачивать повременно с премией за высокое качество выполненной работы. Итог опыта сомнения не вызывает: усилия первого работника будут нацелены на количественный результат труда, усилия второго работника - на качественный. Итак, одинаковый интерес может порождать различную направленность действия работников и коллективов, ибо эта направленность непосредственно определяется не самими экономическими интересами, а экономическими условиями реализации непосредственных интересов, т.е. различными практическими формами хозяйствования, в первую очередь критериями оценки деятельности, конкретными формами отношений обмена деятельностью и распределения, их качественными и количественными параметрами. Выбор тех или иных экономических условий реализации непосредственных коллективных и личных интересов подчинен

задаче обеспечения интереса (непосредственного и опосредствованного) как данного уровня, так и высшего уровня. Направленность действия работника по реализации своего непосредственного личного интереса должна одновременно обеспечить и претворения в жизнь его опосредствованного интереса и интересов коллектива и всего общества.¹⁾ Каждый коллектив должен быть поставлен в такие экономические условия, чтобы его активные действия, поиск лучшего варианта реализации непосредственного интереса, всегда обеспечивало бы и реализацию его опосредствованного интереса и общенародного интереса. Известная формула "то, что соответствует интересам обществу, должно быть выгодно каждому предприятию и каждому работнику" выражает целевую установку для определения экономических условий реализации непосредственных коллективных и личных интересов.²⁾ При разработке условий для конкретных отраслей, объединений, предприятий, цехов, отделов, участков, бригад, работников не исключены ошибочные решения разного происхождения - начиная от некомпетентности работника (плохое знание причинно-следственных зависимостей в экономике) и кончая неравработанностью той или иной проблемы экономической наукой. Необоснованный выбор одной из форм экономических условий реализации непосредственных интересов на одном уровне иерархии управления обычно воспроизводится и на нижестоящих уровнях. Например, если для оценки деятельности машиностроительного министерства установлен такой показатель, как выпуск оборудования в весовых единицах (тоннах), то выполнение плана по этому показателю, рост объема производства в тоннах, учитываемый при премировании, будет одним из экономических условий реализации непосредственных интересов для коллективов подчиненных производственных объединений, входящих в них предприятий, их цехов.

1) Работник участвует в реализации общенародного интереса всегда через коллектив.

2) Понятия "выгодно", "выгодно" отражают экономические условия реализации непосредственных интересов.

Еще раз подчеркиваем: народно-хозяйственно необоснованные управленческие решения по определению экономических условий реализации непосредственных интересов, например, неправильный (с точки зрения интересов общества) выбор планового показателя, формы поощрения и т.д., не определяют объективные противоречия системы экономических интересов при социализме, а порождают противоречия иного (субъективного) порядка, когда действия коллективов и работников по реализации своего непосредственного интереса противоречат их опосредствованному интересу и вышестоящим интересам.

При анализе деятельности хозяйственного производственного предприятия можно выделить следующие группы взаимосвязей, практические формы производственных отношений, формирующие экономические условия реализации непосредственного интереса: во-первых, экономические отношения между обществом (в лице органов планирования и управления, бюджета, банка) и коллективом предприятия, принимающие конкретную форму плановых показателей и их величина, взаимоотношения с бюджетом, условия кредитования, условия и нормы образования фондов экономического стимулирования и других фондов и т.д.); во-вторых, экономические отношения между предприятиями (цены, условия поставок и расчетов и т.д.); в-третьих, экономические отношения между предприятиями и их подразделениями, между подразделениями (организации внутризаводского хозяйственного расчета, в том числе вся система плановых и оценочных показателей, условий коллективного пользования и т.д.); в-четвертых, экономические отношения между предприятиями и его работниками (формы и условия оплаты труда, удовлетворение ряда социально-культурных потребностей и т.д.). Формы экономических отношений между собой взаимосвязаны, и через свою взаимосвязь, комплексно она определяет конкретную направленность производственной деятельности.

Для правильного понимания всей совокупности условий реализации непосредственных экономических интересов следует учесть и роль моральных критериев оценки результатов

труда, производства. Показатели, по которым определяются передовики производства, победители социалистического соревнования, и другие моральные поощрения активно влияют на направленность действий коллективов и работников.

При строгой единой направленности моральных критериев и экономических условий реализации интересов достигается наибольший производственный эффект.

Разнобой моральных и экономических критериев ведет к различным компромиссным действиям, к половинчатым управленческим решениям, к тому, что один критерий начинает подавлять другой.

Механизм образования поощрительных фондов при новой системе планирования и экономического стимулирования предусматривает прямую материальную выгоду коллективам, которые все резервы включают в план, и материально наказывает тех, кто эти резервы мобилизовал только в порядке перевыполнения плана. Эти экономические условия реализации непосредственных интересов коллективов и работников в силу целого ряда причин не обеспечили принятия напряженных планов. Одна из этих причин — сохранился моральная оценка успехов социалистического соревнования по критерию степени перевыполнения плана. Производственные коллективы и их руководители предпочли общественное признание трудовых достижений, т.е. моральное поощрение, материальному. (Иногда моральное поощрение закреплялось материальным — премией победителям социалистического соревнования). Решение ЦК КПСС "О дальнейшем улучшении организации социалистического соревнования" предусматривает изменение критерия оценки результатов соревнования: "При сравнении итогов соревнования различных коллективов, необходимо прежде всего учитывать напряженность принятых и выполненных планов, а также уровень производственных затрат!"¹⁾

Немаловажное значение имеют и применяемые критерии оценки деловых качеств руководителей, способности руководить.

1) "Правда", 5 сентября 1971 г.

В практике хозяйствования (и в печати) часто говорят о ведомственном или даже об узковедомственном интересе. Смысловая нагрузка использования этого термина обычно состоит в подчеркивании того, что ведомство (его работники) решает вопросы исходя из своего интереса, не заботясь при этом об общенародном интересе. Понятие "ведомственный интерес" имеет право научного гражданства в том случае, если имеется в виду обобществленный интерес всех коллективов (и далее всех работников) данного ведомства. Ведомственный интерес отражает специфические потребности совокупного коллектива ведомства, которые вычленины из общенародных потребностей в силу относительного экономического обособления ведомства.

В других случаях речь идет не об объективных ведомственных интересах, а об условиях реализации интересов работников аппарата ведомства, обуславливающих управленческие решения и действия этих работников (которые могут и не соответствовать общенародному интересу).

В экономической литературе нет единства понимания сути категорий экономические интересы, материальная заинтересованность, экономические (материальные) стимулы. Содержание категории "экономические интересы" мы выяснили. Какие же отношения выражает "материальная заинтересованность"?

Между экономическими условиями реализации непосредственных интересов и самими этими интересами, между направленностью и интенсивностью действия коллективов и работников и возможностью удовлетворения непосредственных потребностей существует определенная связь. Эту причинноследственную связь и выражает материальная заинтересованность, как экономическая категория. Можно сказать, что материальная заинтересованность выражает связь между мерой труда и мерой потребления. Материально заинтересовать коллектив или работников в определенном производственном результате, например, во всемерном росте производительности труда, значит создать такие экономические условия, при которых возможность удовлетворения непосредственных потребностей (реализация непосредственного интереса) находилась

бы в прямой функциональной зависимости от этого роста. Материальная заинтересованность обусловлена взаимосвязанными конкретными формами отношений обмена, распределения, потребления. При этом важны не только качественная характеристика этих форм, их направленность, но и соответствующие количественные взаимосвязи. Мера труда при данной мере (величине) познания и определяет меру потребления.

Для того чтобы материальная заинтересованность была бы действительным побудителем целенаправленных действий по реализации интересов, она должна быть осознана.¹⁾ На наш взгляд, осознанная материальная заинтересованность, т.е. осознанная связь между экономическими условиями реализации непосредственных коллективных и личных интересов и самими интересами, является материальным стимулом. Категории "экономическая заинтересованность" и соответственно "экономический стимул" более емкие по содержанию, чем "материальная заинтересованность" и "материальные стимулы"; первые (в отличие вторых) охватывают и ту часть непосредственных экономических интересов, которая не связана с удовлетворением чисто материальных потребностей через оплату труда, а выражает потребности в улучшении условий труда и развития личности в рамках данного коллектива (потребности технического и организационного совершенствования производства, ряд социально-культурных потребностей). Экономическое стимулирование тем самым означает формирование такой связи между экономическими условиями реализации непосредственного интереса коллективов и работников и самими этими интересами, которая, будучи осознанной, побуждая бы к действиям в соответствии с поставленными задачами, вытекающими из общенародного интереса. Характерно, что академик В.Трапезников систему критериев, по которым

1) "... все, что побуждает человека к деятельности, должно проходить через его голову. Воздействия внешнего мира на человека запечатлеваются в его голове, отражаются в ней в виде чувств, мыслей, побуждений, проявлений воли, словом - в виде "идеальных стремлений", и в этом виде они становятся "идеальными силами". К.Маркс и Ф.Энгельс. Сочинения, т. 21, стр. 290.

оценивается работа и проводится стимулирование, назвал "правилами игры".¹⁾

Эти "правила игры" приходится периодически менять, совершенствовать. Динамическое развитие производительных сил, особенно в условиях современной научно-технической революции, трансформируя многие стороны производственного процесса, систему разделения труда, определяет существенные качественные и количественные изменения производственных и личных потребностей членов социалистического общества. Это объективно меняет конкретное содержание общенародных, коллективных и личных, как опосредствованных, так и непосредственных экономических интересов. Но старая система стимулов наделена на реализацию старого содержания интересов. Возникает противоречие между направленностью действия коллективов и работников (в связи со старыми экономическими условиями реализации их непосредственных интересов) и новыми потребностями общества (новым содержанием всей системы экономических интересов).

Разрешение этого противоречия возможно лишь через совершенствование конкретных форм производственных отношений, через такое изменение критериев и условий экономического стимулирования, которое обеспечивает управленческие решения и производственную деятельность всех и каждого в строгом соответствии с измененным общенародным интересом. В более широком плане, речь идет об одном из проявлений неантагонистического противоречия между производительными силами и формами производственных отношений при социализме. Назревание этого противоречия и обусловило в 60-х годах необходимость хозяйственных реформ в социалистических странах.

Иерархически построенное управление социалистическим народным хозяйством предопределяет многоступенчатость установления системы экономических стимулов для коллективов и работников хозяйственных производственных предприя-

1) В. Трапезников. "Вопросы управления экономическими системами". Наука и жизнь, № 1, 1969, стр. 16.

тий. Следует говорить о ступенях формирования экономических условий реализации непосредственных коллективных и личных экономических интересов. Рассмотрим этот процесс применительно к новой системе планирования и экономического стимулирования в промышленности.

Первая ступень: постановка задачи определения основных направлений изменений форм производственных отношений (в том числе условий экономического стимулирования) в решениях сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС, XXIII и XXIV съездах КПСС.

Вторая ступень: установление (в дальнейшем совершенствование) ведущих звеньев и основ функционирования нового механизма хозяйствования в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 4 октября 1965г. "О совершенствовании планирования и усилении экономического стимулирования промышленного производства" и в последующих постановлениях директивных органов по этому вопросу.

К этой же ступени относится утвержденное Советом Министров СССР "Положение о социалистическом государственном производственном предприятии" с перечнем условий функционирования, прав и обязанностей последнего.

Эти документы, в частности, определили сокращение числа показателей плана, утверждаемых предприятиями вышестоящими организациями, установление новой системы этих показателей, создание трех фондов экономического стимулирования, источники и принципы их формирования и использования, введение отчисления предприятий в бюджет из прибыли в зависимости от стоимости производственных основных фондов и оборотных средств - плату за производственные фонды, порядок распределения прибыли полученной предприятием, принципы премирования работников предприятий, конкретные меры по повышению роли кредита в развитии промышленности, основы совершенствования оптовых цен на продукцию промышленности.

Третья ступень: установление практических условий формирования элементов нового хозяйственного механизма в методических указаниях по переводу предприятий, объе-

динений и отраслей промышленности на новую систему планирования и экономического стимулирования, одобренных межведомственной комиссией по вопросам экономической реформы при Госплане СССР, и в последующих решениях этой комиссии. Эти документы определяют конкретные положения по разработке и утверждению показателей плана, по образованию и использованию фондов экономического стимулирования, установлению платы за производственные фонды, использованию средств фонда освоения новой техники, распределению прибыли, краткосрочному и долгосрочному кредитованию и расчетам. К третьей ступени относится и типовое положение о премировании работников промышленных предприятий, переведенных на новую систему.

Четвертая ступень: ведомственные инструкции, положения и указания, конкретизирующие и уточняющие различные стороны хозяйственного механизма, определенного предыдущими степенями.

Пятая ступень: приказы министерств и ведомств, устанавливающие хозяйственным предприятиям конкретные значения директивных плановых показателей, нормативы образования фондов экономического стимулирования и ряд других условий хозяйствования.

Шестая ступень: определение плановых показателей и их значений по подразделениям предприятия, взаимоотношений между подразделениями, показателей и условий материального поощрения работников в приказах директора предприятия и в различных внутривзаводских положениях, например, в положении о внутривзаводском хозяйстве.

Вышеприведенная краткая характеристика ступеней формирования условий реализации непосредственных коллективных и личных экономических интересов (применительно к становлению новой системы планирования и экономического стимулирования) показывает, что каждая последующая ступень является конкретизацией предыдущих. Нижние ступени призваны обеспечить решение тех задач и в том направлении, как это предусмотрено в решениях директивных органов. Нисходящая конкретизация условий стимулирования - это цель

весьма ответственных управленческих решений. Причем строго научное определение контуров всех элементов механизма экономического стимулирования на высших ступенях иерархической лестницы формирования экономических условий реализации непосредственных интересов коллективов и работников само по себе еще не гарантирует успеха. Недостаточная обоснованность сугубо практического содержания и количественного значения любой экономической формы, например, конкретной оптовой цены, планового показателя, платежа в бюджет, норматива образования поощрительных фондов, условия премирования, размера премии и т.д., может породить заинтересованность в таком направлении экономической деятельности, которое не соответствует общенародному интересу. Другими словами, экономически несостоятельное управленческое решение на каждой последующей ступени способно свести на нет наилучшие управленческие решения на предыдущих ступенях. Отсюда исключительная важность четкой единоподчиненности всех степеней формирования условий реализации непосредственных экономических интересов; эта единоподчиненность должна охватить все (даже наимелочайшие) детали механизма стимулирования.

Действенность экономической (материальной) заинтересованности существенно зависит от меры поощрения, ибо с этим связана возможность удовлетворения потребностей стимулируемых. Необходимо учесть, что поощрение является только одной стороной стимулирования; другой его стороной является наказание, различные санкции за неэффективную работу, невыполнение плановых заданий, договоров и т.д. Тем самым важное значение имеет и мера наказания. (Очевидно, что отказ в поощрении или урезание поощрения тоже является наказанием).

Проблема поощрения и наказания это часть более обширной проблемы специфических форм экономического принуждения в механизме социалистического хозяйствования. Иногда ставят под сомнение само наличие при социализме экономического принуждения. Г. Джавадов утверждает, что В.И.Ле-

нин¹⁾ "считал недопустимым применение методов принуждения в социалистическом хозяйствовании", что "при социализме нет принуждения к труду и потому нельзя согласиться с определением экономических методов как экономического принуждения".²⁾ Истины ради необходимо помнить, что никто другой как В.И. Ленин на полях "Критики Готской программы" ответил, что формула "Кто не работает, тот не ест" - это "тоже форма принуждения".³⁾ Лишь на высшей фазе коммунизма работа станет потребностью, "нет принуждения никакого... Привычка трудиться станет нормой; без принуждения!"⁴⁾ В другом документе ленинской рукой написанное "Верно!" стоит против следующих слов докладной записки инженера Е.И. Моисеева: "Люди не могут годами пребывать в состоянии экстатического подъема, и заставить их работать может только экономическая необходимость. На этом прозаическом фундаменте только и можно строить".⁵⁾

Очевидно, что на фазе социализма экономически принуждать приходится не только к труду вообще, но и к высоко эффективному труду. Осуществляется это через материальную заинтересованность, через связь меры труда и меры потребления, через распределение по количеству и качеству труда. Малая трудоотдача означает и малый заработок, тем самым и малую возможность удовлетворить свои непосредственные материальные потребности.

Экономически принуждать к высокоэффективному труду, к выполнению определенных заданий приходится не только отдельному работнику, но и целые производственные коллективы. Отсюда необходимость самоокупаемости и рентабельности

1) См. В.И. Ленин. ПСС, т. 38, стр. 308. Из контекста видно, что ленинское осуждение тех представителей советской власти, которые позволяют себе употреблять не только прямое, но хотя бы и косвенное принуждение, ничего общего не имеет с экономическим принуждением к труду и эффективному хозяйствованию.

2) Г. Джавадов. Реформы и управление промышленностью. стр. 10.

3) Ленинский сборник XIV, стр. 272.

4) Там же, стр. 273.

5) Ленинский сборник, т. XXIII, стр. 255.

хозрасчетного предприятия, обязательность выполнения планов и лишение управленческого персонала премий при невыполнении определенных плановых показателей, особый режим выдачи банком заработной платы, система санкций за нарушение договорных обязательств, за занижение качества продукции и т.д., то есть совокупность различных экономических мер, которые можно характеризовать как контроль рублем.

О необходимости экономического принуждения в связи со стимулированием указывалось и в отчетном докладе ЦК КПСС XXIV съезду партии. В связи с назревшей потребностью широкого применения новой техники и выпуска более совершенной продукции следует "... создать такие условия, которые заставили бы предприятия выпускать новейшие образцы продукции, буквально гоняться за научно-техническими новинками, а не шарахаться от них, образно говоря, как черт от ладана. В наиболее привилегированное положение должны быть поставлены те коллективы, которые действительно борются за совершенствование техники и технологий за выпуск продукции, отвечающей современным требованиям"¹⁾

Понятно, нельзя ставить знак равенства между экономическим принуждением при капитализме и социализме. Отношения общенародной собственности, отсутствие конкурентной борьбы, отсутствие угрозы безработицы и банкротств меняют содержание и форму экономического принуждения в социалистическом хозяйстве, увязывают его с условиями реализации непосредственных коллективных и личных экономических интересов. Для коллектива хозрасчетного предприятия и его работников экономическое принуждение проявляется в условиях обеспечения финансовыми ресурсами воспроизводства как средств производства, так и рабочей силы.

Предприятию затраты живого и общественного труда на производство возмещаются только в пределах плановой цены реализованной продукции. Коллектив предприятия экономи-

1) "Правда", 31 марта 1971 г., стр. 6.

чески принуждается: во-первых, к расходованию средств производства и труда только в пределах общественно-необходимых (на практике плановых) норм; во-вторых, к производству нужной обществу продукции надлежащего качества (т.е. продукции, имеющей сбыт); в-третьих, к выполнению тех плановых показателей, которые обеспечивают премиальные выплаты, являющиеся частью необходимого продукта работников, средства для удовлетворения ряда социально-культурных нужд и совершенствования производства.

Экономическое принуждение сочетается с элементами морального принуждения, с политико-моральной оценкой конкретных итогов хозяйствования. Срыв планового задания по реализации продукции ведет не только к отрицательным экономическим последствиям для коллектива предприятия, но и к моральному осуждению виновных. Конкретная организация экономического принуждения определяется правовыми и административными нормами и в целом ряде случаев подкрепляется санкциями власти, т.е. внеэкономическим принуждением.

Материальное стимулирование работников можно представить в виде некоей системы с обратной связью. Вход этой системы - количество и качество трудоотдачи; выход - вознаграждение за труд (зарботная плата, различные премии, ряд социально-культурных благ). Обратная связь тут проявляется в том, что следствие (вознаграждение за труд), пройдя через сознание работника, активно воздействует на причину (на количество и качество трудоотдачи).¹⁾ Аналогично (с учетом конкретной специфики) построена более обширная система "экономическое стимулирование коллектива хозрасчетного предприятия" (или его подразделений). Интенсивность воздействия обратной связи на ход

1) Если работнику неизвестно, за что и в каком размере он поощряется, то материального стимула нет. Это подкрепляет тезис, что материальный стимул является осознанной материальной заинтересованностью.

производства до известного предела зависит от коэффициента усиления, т.е. от количественного соотношения следствия (результата) и вызвавшей его причины. Другими словами, речь идет о соотношении меры поощрения или наказания и меры труда (меры эффективности производства). При низком коэффициенте усиления стимулирующее значение разных форм поощрения или наказания резко ослаблено, не ощущается экономическое принуждение, малые изменения эффективности производства почти не воспринимаются, ибо они несущественно влияют на реализацию непосредственных коллективных и личных интересов. Относительным достоинством низкого коэффициента усиления является лишь то, что он снижает колебания в экономике, но при этом система делается почти разомкнутой,¹⁾ ведет к исключению активной роли обратной связи (экономических стимулов) в целенаправленном управлении производством. В свою очередь, слишком высокий коэффициент усиления (при стимулировании отдельного параметра хозяйствования) порождает опасность нарушения необходимого равновесия элементов системы, возникновения тех или иных диспропорций. Поэтому важной задачей организации эффективного управления является определение наиболее действенного размера коэффициента усиления с точки зрения конкретной задачи развития данной системы.

Предыдущий анализ позволяет сформулировать следующие выводы: во-первых, при подходах к организации управления экономическими системами (в том числе хозяйственным производственным предприятием), как руководители (управляющие), так и исполнители могут быть рассмотрены как системы, поведение которых направляется разнообразными управляющими воздействиями, формируемые всей иерархией органов управления; во-вторых, среди этих воздействий, ведущими являются материальные стимулы, сочетающие поощрение с экономическим принуждением; в-третьих, материальное и моральное стимулирование играет роль своеобразного регулятора, за-

¹⁾ См. "Наука и жизнь", 1969, № 1, стр. 14.

никающего цепь связей хозяйственной системы и обеспечивающего активное обратное воздействие состояния выхода системы на ее вход, на протекание производственного процесса; условия материального (и морального) стимулирования при этом в конечном счете определяют:

- а) уровень "порога чувствительности" системы;
- б) деление сигналов обратной связи на болевые и нейтрально-информирующие;
- в) коэффициенты усиления при управляющих воздействиях;
- г) направленность и интенсивность реакции органа управления системы на сигналы обратной связи;
- д) направленность и интенсивность реакции исполнителей на управляющие воздействия.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ РАБОТНИКОВ И РЕАКЦИЯ НА СИГНАЛЫ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

В §I сформулированы основные задачи, которые должны решаться при реакции на сигналы обратной связи органом управления экономической системы (см. стр. 16-20). При плановой организации производства каждому хозяйственному предприятию внешне задается конкретная цель деятельности, т.е. желаемое состояние его выхода в виде комплекса взаимосвязанных показателей. Общая цель предприятия реализуется через деятельность различных производственных и управленческих подразделений данной организации, расположенных как по горизонтали, так по вертикали. (По вертикали наиболее низкорасположенной подсистемой является отдельный работник).

Каждое из подразделений (подсистем) выполняет свою специфическую задачу, определяемую вышестоящим органом управления. Общая цель системы тем самым распадается на частные цели отдельных подсистем. Возникает необходимость для каждого хозяйственного предприятия построить дерево целей. Каждой цели соответствует определенный критерий, который выражает ту меру, с помощью которой судят об

успешности достижения цели. I)

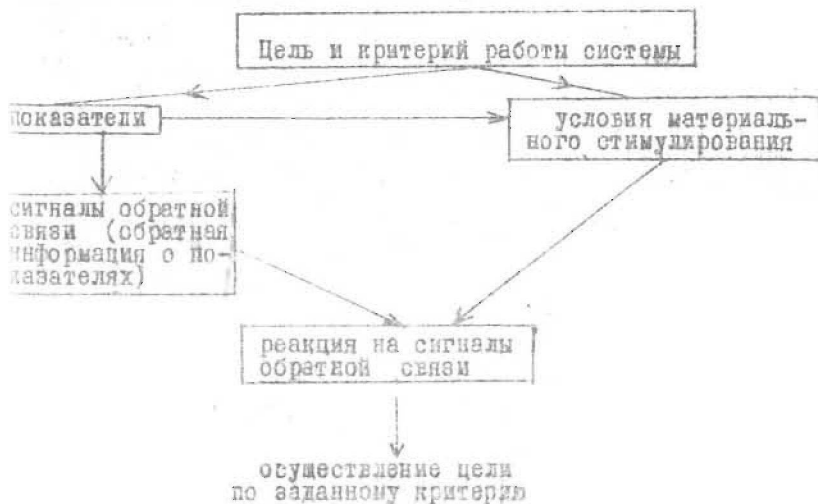
Хозрасчетное предприятие, с одной стороны, является экономически относительно обособленной системой, с другой — подсистемой более обширных систем (промышленного объединения, министерства или ведомства и т.д.). Цель системы "хозрасчетное предприятие" не вытекает непосредственно из ее деятельности, а опосредственно (через цель более общей системы) определяется народнохозяйственными, т.е. общенародными, интересами. Взаимозависимость целей всей системы и ее подсистем состоит в том, что конкретные средства достижения целей всей системы данного уровня определяются как самостоятельные цели соответствующих подсистем более низкого уровня. Кроме цели и критерия, задаваемых извне, каждой системе присуща внутренняя цель со своим критерием, выражающая условия сохранения, развития системы, ее непосредственные экономические интересы.

Дерево внешних и внутренних целей и дерево критериев, в сочетании с конкретным типом управления для параметров выхода системы, является основой для организации и материального стимулирования на хозрасчетном предприятии. Условия реализации непосредственных экономических интересов производственного коллектива и его работников (внутренней цели) должны вызвать такую реакцию на сигналы обратной связи, которая обеспечивала бы осуществление внешней цели системы (подсистемы) в соответствии с избранным критерием. Материальное стимулирование охватывает широкий круг экономических отношений, а не только непосредственную оплату труда, понимаемую как условия распределения фонда заработной платы и премиальных фондов между работниками предприятия. Оплата труда выражает не только отношения между производственным коллективом хозрасчетного предприятия и его членами, но и отношения между этим коллективом и обществом (отношение предприятие — работник опосредствует отношение предприятие — общество). Показатели, по кото-

I) См. В.И. Черняк. "Анализ и синтез в экономике". М., 1970, стр. 48.

рым формируется фонд заработной платы, фонд материального поощрения и другие премиальные фонды, по которым далее выплачивается заработная плата и различные премии, которые являются обязательными компонентами материального стимулирования. Речь в первую очередь идет о директивных плановых показателях. Эти показатели - многогранный элемент механизма управления, ибо, во-первых, они представляют собой задание общества предприятию (форма экономических отношений общества с предприятием); во-вторых, информация о выполнении этих показателей в сопоставлении с плановыми значениями и критериями является сигналом обратной связи; в-третьих, степень их выполнения в основном выступает условием реализации непосредственных экономических интересов коллектива и работников предприятий.

Цепь причинно-следственных зависимостей в процессе управления можно изобразить следующим образом.



Осуществление цели по заданному критерию требует научно обоснованного формирования системы плановых показателей и их содержания. Это содержание характеризуется экономическими отношениями, которые оно выражает, и его внутренней структурой.

Противопоставим содержание двух плановых показателей валовой продукции и объема реализованной продукции. Валовая продукция - это стоимостная оценка физического объема производственного продукта в неизменных ценах. По своей структуре "вал" = $c + V + m$, где c - стоимость израсходованных средств производства, $V + m$ - вновь созданная стоимость, которая распадается на V - стоимость необходимого продукта и m - стоимость прибавочного продукта;¹⁾ "вал" можно также представить как себестоимость плюс прибыль. Основное отличие показателя объема реализованной продукции от показателя "вала" состоит в том, что первый охватывает стоимостную оценку не произведенной, а реализованной продукции, т.е. выражает отношение не только производства, но и обмена готового продукта. Если показатель роста валовой продукции избран определяющим при оценке деятельности и поощрении коллектива, то стимулируется:

а) увеличение количества производимой продукции;

б) выпуск более дорогой продукции в расчете на единицу затраченного труда (в пределах установленной основной номенклатуры), что достигается при производстве более материалоемких или более рентабельных изделий. В этой связи важное значение имеет уровень цен выпускаемой продукции, т.е. предприятие может обеспечить рост "вала" без каких-либо дополнительных трудовых усилий, только за счет ценностного фактора (для выполнения плана по "валу" для предприятия предпочтительнее та продукция, которая при одинаковой трудоемкости имеет более высокую цену).

Коренным недостатком показателя валовой продукции кроме того является то обстоятельство, что он абсолютно безразличен к сбыту произведенного,²⁾ то есть никак не сигнализирует о том, получила ли изготовленная продукция в акте купли-продажи общественное признание своей потребительной стоимости.

1) Им полностью отвлекаемся от несоответствия цен и стоимости.

2) Здесь показатель-валовая продукция рассматривается изолированно, без учета оборота оборотных средств.

Реализованная продукция - родная сестра вала (совпадающее стимулирующее действие "а" и "б"), но с двумя отличительными чертами: во-первых, экономически принуждает выпускать только продукцию, имеющую сбыт; во-вторых, обеспечивает финансовый канал обратной связи. Замена оценочного показателя "валовая продукция" на объем реализованной продукции (при переходе на новую систему планирования и экономического стимулирования) частично меняет условия реализации непосредственных интересов коллектива и работников хозяйственного предприятия и в силу этого и реакцию органа управления на соответствующий сигнал обратной связи.

Даже поверхностный анализ роли показателей "валовая продукция", "объем реализованной продукции", "производительность труда" показывает, что информационное содержание сигналов обратной связи по стоимостным показателям в существенной мере зависит от уровня цен на производимую продукцию.

Бытующее в практике деление цен на "выгодные" и "невыгодные" отражает связь уровня цен с условиями реализации хозяйственных интересов предприятий.

Для того, чтобы управляющие воздействия по сигналам обратной связи (в том числе по ожидаемым) всегда обеспечивали бы осуществление цели экономических систем не в противоречии, а в строгом соответствии с общенародным экономическим интересом, необходимо ценообразование строить с учетом задач плана развития народного хозяйства и критерия народнохозяйственного оптимума.

Как практически материальное стимулирование определяет реакцию работников хозяйственного предприятия на сигналы обратной связи?

Как отмечено, первой задачей управляющих воздействий по обратной информации является преодоление отклонений от плановых значений выхода системы. Для решения этой проблемы используется материальное стимулирование инженерно-

технических работников и служащих органа управления¹⁾ в виде альтернативного премирования: работники премируются только при условии выполнения плана по стимулируемому показателю; любое невыполнение плана по этому показателю лишает работников всей премии.²⁾ В условиях новой системы планирования и экономического стимулирования для руководящих работников и работников аппарата управления промышленного предприятия такими показателями являются реализация продукции или прибыль и рентабельность; кроме того обязательным условием премирования является выполнение плана по важнейшей номенклатуре.

Показатели и условия премирования инженеро-технических работников и служащих производств, цехов, служб, участков устанавливаются с учетом конкретных задач, стоящих перед каждым структурным подразделением, а также с учетом значения их в повышении эффективности производства.

Наряду с обязательными условиями премирования, при невыполнении которых премии не выплачиваются, могут устанавливаться дополнительные условия премирования, невыполнение которых служит основанием для депремирования, т.е. уменьшения размера премии, но не более чем на 50%.

Альтернативное премирование (потеря права на премию при невыполнении ведущих директивных плановых показателей) является формой экономического принуждения работников к активным действиям по обеспечению основных плановых значений выхода хозяйственного предприятия. Суть в том, что

1) Стимулирование рабочих за выполнение производственного плана участка, бригады имеет место, но не получило всеобщего распространения.

2) В книге В.П.Тайкина "План и материальное стимулирование", М.: 1970 г., стр. 139, 140, под альтернативной системой премирования понимается такая организация премирования, когда весь диапазон стимулируемого показателя разбивается на два интервала: при попадании его в первый интервал премирование не выплачивается, при попадании во второй - выплачивается, причем размеры премирования не зависят от того, какие именно значения принял стимулирующий показатель. И, в отличие от такого подхода, не связываем понятие альтернативного премирования с неизменностью размера премирования, ибо, на наш взгляд, это вопрос уже иного порядка.

текущая премия ИТР и служащих по итогам квартала (месяца) из фонда материального поощрения является частью их необходимого продукта. Размер этой премии колеблется в пределах от 20 до 50 процентов к уровню должностных отчислений этой категории работников, причем средняя заработная плата ИТР и служащих (без премий из фонда материального поощрения) на многих предприятиях ниже, чем средняя заработная плата рабочих (также без премиальных выплат из фонда материального поощрения). Выполнение плановых показателей, обеспечивающее получение текущей премии, тем самым действует как важное условие реализации непосредственных экономических интересов соответствующих работников; материальное стимулирование экономически закрепляет директивность планов.

Моральная оценка и моральное поощрение коллектива предприятия, его руководителей, отдельных работников также ведется по критерию выполнения важнейших плановых показателей.

При рассмотрении первой задачи реакции на сигналы обратной связи мы полностью отвлекаемся от проблемы обоснованности плановых значений выхода системы. Экономическое принуждение действует с равной интенсивностью как при заниженном, так и при напряженном плане. Альтернативному премированию нет дела до того, хорош или плох утвержденный план. Но это не должно быть безразличным коллективу предприятия, его работникам. Механизм стимулирования необходимо так построить, чтобы обеспечивалась заинтересованность в напряженном, но реальном плане, в постоянном поиске резервов. Реакция органа управления на сигналы обратной связи должна быть направлена не на формальное выполнение плана, а на такие действия, которые способствуют большему удовлетворению потребностей общества и повышению эффективности производства, т.е. решают вторую и третью задачу управленческих воздействий по обратной информации.

На XXIV съезде КПСС указывалось на необходимость создания "экономических условий, которые бы, во-первых,

побуждали предприятия брать на себя оптимальные обязательства, то есть принимать напряженные планы, более рационально использовать капиталовложения и трудовые ресурсы; во-вторых, в максимальной мере стимулировали ускорение научно-технического прогресса, рост производительности труда и, в-третьих, способствовали последовательной борьбе за повышение качества продукции".¹⁾

Остановимся подробнее на проблеме принятия более напряженных планов. Как выяснено, действенность стимулирования в существенной мере зависит от коэффициента усиления. Очевидно, что этот коэффициент должен быть выше при выполнении напряженного плана, чем при выполнении заниженного плана; при одинаковом итоге хозяйствования коэффициент усиления должен быть большим для коллектива, который принял и выполнил напряженный план, и меньшим для коллектива, который перевыполнил заниженный план. Этот подход был использован в предыдущей пятилетке при образовании фондов экономического стимулирования предприятия, переведенных на новую систему планирования и экономического стимулирования: во-первых, величина этих фондов была поставлена в прямую зависимость от темпа роста реализации или прибыли и от уровня рентабельности; во-вторых, при перевыполнении фондобразующих показателей применялся пониженный норматив отчисления в фонды (размер понижения 30-40%). Создавалась прямая заинтересованность в том, чтобы включать резервы в план. Подсчитано, что предприятие республики, работавшее по-новому в 1966 года, получили на 900 тыс. рублей меньше отчислений в фонды экономического стимулирования потому, что перевыполнили заниженное плановое задание, а не включили свои резервы в план.²⁾ Тем не менее условия стимулирования напряженных планов в силу ряда обстоятельств оказались мало действенными. Во-первых, несовершенными были как механизм, так и практика фондо-

1) "Правда", 31 марта 1971 г., стр.7.

2) O. Veitīns. "Jaunā plānošanas un ekonomiskās stimulācijas sistēma Latvijas PSR rūpniecības uzņēmumos", Rīga, 1968.g., 37.lpp.

образования. Большинство нормативов отчисления в фонды экономического стимулирования оказались не групповыми, а индивидуальными. В наиболее выгодном положении оказались те предприятия, для которых норматив отчисления в фонды был рассчитан на основе низких темпов роста и низкого уровня рентабельности. Заинтересованность в напряженном плане подрывалась и тем, что нормативы оказались не стабильными, многим предприятиям их меняли почти ежегодно, а к концу пятилетия значительному числу предприятий величина поощрительных фондов утверждалась независимо от каких-либо нормативов. Во-вторых, система морального и материального поощрения по социалистическому соревнованию в основном была нацелена на возможно большее невыполнение планов. В-третьих, существенной преградой для принятия напряженных планов является потеря права на премию при невыполнении обязательных условий и показателей премирования. Лишение премии - серьезная штрафная санкция, ощутимо задевающая непосредственные личные материальные интересы работников и поэтому действующая, по характеристике О.Ланге, как антистимул.

Принятие напряженного плана связано с определенным риском, ибо всегда существует опасность возникновения различных возмущений на входе, в процессе производства и на выходе системы. Вероятность выполнения заниженного плана большая, чем вероятность выполнения напряженного плана. Резервы, не включенные в плановое задание, хорошо выручают при возникновении возмущений. Возникает проблема размеров компенсации риска потери премии при принятии напряженного плана. В этой связи О.Ланге предложил ряд подходов, позволяющих с помощью математических методов решить некоторые экономические задачи о вероятной реакции людей на внешние стимулы.¹⁾ Ответ на вопрос - стоит ли рисковать - связан с соотношением величины положительных стимулов (α) и меры антистимулов (β), т.е. с так называемой структурой мотивации γ , где $\gamma = \frac{\alpha}{\beta}$. Приводится фор-

1) См. О.Ланге. "Введение в экономическую кибернетику", стр. 117-124.

мула $\mathcal{X} = \frac{r}{1+r}$, где \mathcal{X} - заданная величина, выражающая вероятность реакции на стимулы. Из формулы видно, что если хотим добиться желаемой реакции с высокой степенью достоверности $\mathcal{X} \approx 1$, то значение r должно быть весьма большим.

Предположим, что при невыполнении плана по объему реализации на 0,1% работник теряет премию в размере 30 руб., увеличение плана по объему реализации на 1% повышает премию на 6 руб. Отвлекаясь от воздействия моральных стимулов, получаем $r = \frac{6}{30} = 0,2$, $\mathcal{X} = \frac{0,2}{1,02} = 0,2$. При таком соотношении величин положительного стимула и антистимула, вероятность увеличения плана даже на 1% будет мала. Общий вывод очевиден: "Если работа человека или коллектива (например, предприятия) связана с возможностью возникновения убытков (антистимулов), то следует применять положительные стимулы (премии, дополнительные прибыли и т.п.) с большей интенсивностью, чем интенсивность существующих антистимулов".¹⁾ В нашем примере для достижения желаемого результата необходимо стимулирование роста производства увеличить в 5 раз, что экономически вряд ли целесообразно. Стимулирование напряженного плана будет наиболее действенным, если $v = 0$, т.е. при отсутствии антистимула. Эффект положительного стимулирования повысится и при снижении антистимула; ряд экономистов, например, предлагают предоставить министерствам (ведомствам) право разрешать предприятиям выплачивать своим работникам текущую квартальную премию в уменьшенном размере даже в том случае, если по причинам, не зависящим от них, план по отдельным показателям невыполнен до 3%. Такой подход уменьшает риск при принятии напряженного плана, учитывает вероятностный характер степени выполнения плана, повышает "порог чувствительности" системы.

1) См. О.Данга. "Введение в экономическую кибернетику", стр. 117-124.

В то же время уменьшение антистимула и экономического принуждения таит в себе определенную опасность ослабления плановой дисциплины и невыполнения договорных обязательств под предлогом "объективных" причин.

В новом пятилетии стимулирование напряженных планов усилено. Каждое предприятие имеет свой утвержденный пятилетний план с разбивкой по годам, определены стабильные нормативы отчисления от прибыли в фонды экономического стимулирования и плановые величины этих фондов на все годы пятилетки. Если годовой план предприятия более напряженный (по показателям роста объема реализации продукции, уровня рентабельности и роста производительности труда), чем это предусматривалось пятилетним заданием, то отчисления в фонды экономического стимулирования возрастают.

Дополнительно стимулируется повышение технического уровня производства. Опыт показал, что заинтересовать производственные коллективы в техническом прогрессе только на основе действующих фондообразующих показателей в должной мере не удастся. В связи с этим организован дополнительный контур обратной связи. Вводится новый показатель, характеризующий выход системы: удельный вес продукции, отвечающий по своим технико-экономическим качествам высшим достижениям отечественной и зарубежной техники (так называемой продукции высшей категории) в общем выпуске продукции. Фонды поощрения увеличиваются или уменьшаются в зависимости от выполнения пятилетнего плана по этому показателю.

Споры нет, новый порядок образования фондов экономического стимулирования по стабильным нормативам на основе пятилетних планов министерств (ведомств) и предприятий шаг вперед в совершенствовании механизма экономического стимулирования коллективов хозяйственных предприятий.

Но новые условия фондообразования не лишены и некоторых недостатков: для предприятий с большим свободным остатком прибыли плата за фонды и проценты за кредит лишены стимулирующего воздействия на эффективность произ-

водства, ибо практически исключены из механизма обратной связи; не решен ряд вопросов быстрого внедрения новой техники и т. д.

Действующую методику образования фондов экономического стимулирования нельзя считать универсальной - одинаково пригодной для мелких предприятий и крупных производственных объединений, создаваемых как основные хозяйственные звенья общественного производства в соответствии с решениями XXIV съезда КПСС.

В настоящее время материальное стимулирование осуществляется по многим параметрам выхода системы; даже для отдельного предприятия или группы родственных предприятий не применяется какой-нибудь один локальный критерий эффективности хозяйственной деятельности. Многопараметральность при стимулировании таит в себе опасность проявления ряда противоречий. Например, предприятие заинтересовано в увеличении темпа роста объема реализации продукции, производительности труда и удельного веса продукции высшего качества. Не исключен случай, когда возрастание объема реализации продукции возможно лишь за счет выпуска более трудоемких изделий, что понизит производительность труда. В свою очередь и повышение удельного веса продукции высшей категории в общем объеме производства может привести к снижению уровня производительности труда. Понятно, математические методы позволяют рассчитать вариант плана, обеспечивающий при определенном сочетании указанных показателей максимум величины поощрительных фондов. Но будет ли такой план отвечать заданной цели системы и, далее, общенародному интересу?

Вопрос несомненно риторический, ибо ответа на него нет: отсутствует критерий успеха достижения цели системы. (Применение максимума величины поощрительных фондов в виде такого критерия ставит проблему с ног на голову).

Мы согласны с мнением тех экономистов, которые в качестве локального критерия эффективности деятельности хозяйственного производственного предприятия предлагают использовать показатель расчетной прибыли. Содержание этой раз-

новидности прибыли можно, на наш взгляд, изложить в виде следующей формулы¹⁾

$$\text{Ч} = \text{Ц} - \text{С} + \text{Пф} + \text{Пт} + \text{Ппр} + \text{Пк} + \text{Ф} - \text{Д}/,$$

где Ч - расчетная прибыль предприятия;

Ц - объем реализованной продукции в оптовых ценах предприятия;

С - себестоимость реализованной продукции;

Пф - плата за фонды;

Пт - плата за трудовые ресурсы;

Ппр - платы за природные ресурсы, включая рентные платежи;

Пк - процент за кредит;

Ф - фиксированные платежи;

Д - дотация на первый период освоения новой техники.

Величина расчетной прибыли характеризует общий итог работы предприятия с точки зрения эффективности использования ресурсов. Информация о расчетной прибыли синтезирует важнейшие параметры выхода системы и поэтому в совокупности выходных сигналов обратной связи может служить доминантой (доминантным сигналом) экономического стимулирования производственных коллективов в целях решения широкого круга вопросов повышения экономической эффективности.

В первую очередь для производственных объединений предлагается установить особый норматив - долю объединенной в расчетной прибыли (в копейках на рубль расчетной прибыли или в процентах от массы расчетной прибыли). Эта доля устанавливается на основе пятилетнего плана объединения (с учетом разбивки по годам) и охватывает нужды объединения в капитальных вложениях, в приросте оборотных средств, в финансировании научных и проектно-исследовательских работ, в фондах экономического стимулирования, в отчислениях в выше стоящие организации (для их содержания, поощрения, создания различных фондов и резервов).

¹⁾ Формулу чистой прибыли, в основном совпадающую с формулой расчетной прибыли, привел Д. Львов в журнале "Плановое хозяйство", 1971 г., № 5, стр. 22.

Планируемая сумма платежей из расчетной прибыли в бюджет является гарантированной и минимальной, т.е. отчисляется в бюджет в плановом размере, если даже масса расчетной прибыли не достигает плановой величины.

Доля объединения в расчетной прибыли устанавливается в виде регрессивной квоты (доля, выраженная в процентах, по мере роста массы расчетной прибыли уменьшается); отчисление средств в бюджет соответственно осуществляется по прогрессивной квоте (процент отчисления растет по мере роста массы расчетной прибыли).

Та часть расчетной прибыли, которая остается в распоряжении объединения, распределяется в определенных соотношениях по направлениям использования, в том числе определяются стабильные нормативы в виде процентов от этой прибыли для образования каждого из фондов экономического стимулирования. Таким образом, формирование этих хозяйственных фондов осуществляется по регрессивной квоте.

По упрощенному варианту фонды экономического стимулирования образуются по регрессивной квоте непосредственно из массы расчетной прибыли.

Обеспечение действенности реакции по доминантному сигналу обратной связи (по росту величины расчетной прибыли) требует четкой увязки величины фонда материального поощрения и размера текущих премий инженерно-технических работников и служащих. Уже отмечалось, что установление премии за выполнение плановых показателей и за каждый процент их перевыполнения в фиксированных процентах к должностным окладам не способствует разработке напряженных плановых заданий.

Более целесообразно величину текущих квартальных премий ИТР и служащих исчислять по формуле:

$$T_n = \frac{M}{9} \cdot 100,$$

где T_n - текущая премия ИТР и служащих в % к должностному окладу;

M - часть начисленного фонда материального поощрения данного квартала, выделенная по смете

- на текущее премирование ИТР и служащих;
3 - плановая квартальная сумма должностных окладов ИТР и служащих.

При таком определении размера премирования любое изменение величины расчетной прибыли непосредственно отражается на размере премии тех, кто в первую очередь реагирует на сигналы обратной связи хозяйственного предприятия и его подразделений.

Один из резервов повышения эффективности производства - более полное использование творческого потенциала персонала инженерно-технических работников. Этому не способствуют элементы уравниловки в их оплате труда, то обстоятельство, что основная часть заработка - должностной оклад - практически исключен из механизма обратной связи. Размер заработной платы инженера, экономиста и т.д. определяется должностью, а не результатами труда; "вилка", т.е. возможная амплитуда колебаний должностного оклада мала, к тому же требуется соблюдение среднего уровня оклада. Предположим, что в отделе заводоуправления три инженера занимают идентичные штатные должности, по которым верхний предел месячного оклада определен в 150 руб., нижний - 129 руб., средний оклад - 135 руб. Двое инженеров, которые весьма энергичны, инициативны, с широким диапазоном знаний и получают 150 руб. и 135 руб. в месяц, вполне могли бы заменить третьего инженера - посредственного работника - с окладом 120 руб. Каковы будут последствия такого радикального шага? Инженеру, получавшему 150 руб. в месяц, пришлось бы оклад уменьшить до 135 руб., чтобы соблюсти средний оклад! Ненормальность такого положения очевидна. Одобрение ЦК КПСС и партийного съезда получили принципы так называемого "Щекинского эксперимента", в соответствии с которым, в пределах экономики планового фонда заработной платы в связи с высвобождением персонала, рабочим, ИТР, служащим за совмещение профессии (должностей), расширение зон обслуживания или за увеличение объема выполняемых работ тарифные ставки и оклады могут быть по-

вышены до 30%.

Творческие возможности различных работников весьма разнообразны; не менее разнообразен должен быть и регулятор их деятельности - материальные стимулы. Решению проблемы может способствовать: во-первых, переход на нормативный метод планирования фонда заработной платы (в зависимости от объема производства и независимо от численности работающих); во-вторых, значительное увеличение вилок должностных окладов (без необходимости соблюдения среднего уровня должностного оклада по категориям работников). Реализация этих мер позволит активизировать труд тех, кто организует и совершенствует производство, двигает технический прогресс; заработная плата работников будет подключена к механизму обратной связи.

Проблема обратных связей и материального стимулирования в экономических системах относится к малоизученным вопросам теории управления производством. Дальнейшие исследования в этой области будут способствовать разработке научных основ ряда важных аспектов организации механизма социалистического хозяйствования.

2 к.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОБЩЕЙ АБСТРАКТНОЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ. I.

Е. М. Левич

Бурный рост научно-технического прогресса в последнее время вызвал к жизни массу новых проблем значительно более сложных и комплексных, чем существовавшие до сих пор. Появилась настоятельная потребность решать эти проблемы какими-то новыми средствами и методами. Учеными были предприняты многочисленные попытки нахождения новых подходов к изучению сложных проблем. Среди этих подходов важное место занимает общая теория систем.

К общей теории систем, точнее, к лежащему в ее основании фундаментальному понятию "система", ведут различные пути. Один из первых подходов к общей теории систем был разработан Л. фон Берталанфи [1, 2], который носит философский, общенаучный характер. Были сделаны различные попытки формализовать этот подход [3-8]. В основе всех этих формализаций лежит понятие системы как совокупности взаимосвязанных элементов. Другой наметившийся подход можно условно назвать операционистским. В основе его лежит понятие системы как средства решения некоторой проблемы [9-10].

И, наконец, отметим еще один подход к понятию системы, который в основном разрабатывается специалистами по автоматическому регулированию. В этом случае система рассматривается как динамическая система [11].

Целью настоящей статьи является попытка дать формальные определения основных понятий общей теории систем. В первом параграфе даются все сведения из теории

множество, необходимые для дальнейших построений. Во втором и третьем параграфах даются формальные определения замкнутой и открытой систем, которые позволяют естественным образом определить эквивалентность систем. Кроме того, в целях иллюстрации введенных понятий приводится ряд примеров, из которых видно, что встречающиеся формализации понятия системы укладываются в введенные определения. Четвертый параграф посвящен формализации понятия подсистемы, здесь же определяются элементарные операции над подсистемами. И наконец, пятый параграф посвящен формализации понятия граничного элемента, а также частных случаев этого понятия: входов и выходов системы.

Автор пользуется случаем поблагодарить А.М.Левича и Г.В.Левич за ценные советы при обсуждении этой статьи, а также за помощь при ее написании.

§1. НЕОБХОДИМЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

п.1. Мы будем считать, что понятия "множество" или "элемент" интуитивно очевидны. Существенно, что о любом элементе a и о любом множестве A мы должны быть в состоянии с определенностью сказать, содержится или нет элемент a в множестве A . Этот факт мы будем записывать, как $a \in A$ или $a \notin A$. Если множество описывается путем перечисления составляющих его индивидуальных элементов, то мы будем его записывать с помощью фигурных скобок, например, $\{a, b, c\}$. Повторения элемента внутри множества /если они почему-то встречаются/ не будут учитываться; примем, что все элементы отличны друг от друга. Пустое множество, которое не содержит ни одного элемента, будет обозначаться с помощью символа \emptyset .

Если два множества таковы, что каждый элемент множества A есть элемент множества B , то мы записываем $A \subset B$. Если A и B представляют собой одно и то же множество элементов, то мы будем писать $A = B$. Отношение $A \subset B$ не исключает отношения $A = B$. Если $A \subset B$, то мы будем

говорить, что A есть подмножество в B ; если, кроме того, $A \neq \emptyset$ и $A \neq B$, то A называется собственным подмножеством в B .

Если даны два множества A и B , то их объединение $A \cup B$ есть множество элементов, которые принадлежат или A , или B , или обоим множествам. Пересечение A и B , записываемое в виде $A \cap B$, есть множество элементов, которые одновременно принадлежат и A и B . Под разностью $A \setminus B$ множеств A и B мы будем понимать множество, состоящее из всех элементов, принадлежащих множеству A , но не принадлежащих множеству B .

Пусть A есть подмножество в B , т.е. $A \subset B$. Множество A' мы будем называть дополнением к множеству A в B , если $A' = B \setminus A$. Очевидно, что $A' \cup A = B$, $A' \cap A = \emptyset$.

Везде ниже в этой статье под функцией /отображением, преобразованием/ мы будем понимать упорядоченную тройку (A, B, f) , где A, B - непустые множества и каждому элементу a множества A соответствует элемент /обозначаемый $f(a)$ / множества B . Тройка (A, B, f) называется также отображением множества A в множество B . Для обозначения функции (A, B, f) обычно употребляется символ f , при этом говорят, что функция f определена на множестве A или другими словами, множество A есть область определения функции f .

Пусть f - отображение множества A во множество B . Если $C \subset A$, то $f(C) = \{f(a), a \in C\}$. Если $C \subset B$, то $f^{-1}(C) = \{a \in A; f(a) \in C\}$. Если $f(A) = B$, то f называется отображением множества A на множество B . Отображение f называется взаимно однозначным, если из $a_1 \neq a_2$ следует $f(a_1) \neq f(a_2)$.

п.2. Пусть нам дана совокупность множеств $\{N_\alpha\} (\alpha \in S)$, индексированная элементами из некоторого множества S . Под декартовым произведением $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$ совокупности множеств N_α мы будем понимать множество, элементами которого являются комплексы $(a_\alpha)_{\alpha \in S}$, причем $a_\alpha \in N_\alpha$.

Мы будем говорить, что на семействе множеств $\{N_\alpha\} (\alpha \in S)$ задано некоторое полное отношение R , если в множестве $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$ выделено некоторое подмножество \bar{R} . В случае, когда в $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$, где $T \subset S$, выделено подмножество \bar{R}_0 , мы будем говорить, что на семействе множеств $\{N_\alpha\} (\alpha \in S)$ задано частичное отношение R_0 . Например, пусть в декартовом произведении $\prod_{i=1}^3 N_i$, где $N_1 = \{a, b\}, N_2 = \{c, d, e\}, N_3 = \{f, h\}$ выделено некоторое подмножество:

$$\bar{R}_1 = \{(a, c, f), (b, d, h), (b, e, f), (a, d, h), (b, e, h)\}.$$

Этим выделением мы определили на $\prod_{i=1}^3 N_i$ некоторое полное отношение R_1 . Если же задано некоторое подмножество $\bar{R}_2 \subset N_1 \times N_2$, состоящее из элементов: $(a, c), (b, d), (b, e), (a, d)$, то тем самым определено некоторое частичное отношение R_2 на $\prod_{i=1}^2 N_i$.

Мы будем говорить, что два отношения R_1 и R_2 , одно из которых задано на семействе множеств $\{N_\alpha\} (\alpha \in S)$, а другое - на семействе $\{N'_\beta\} (\beta \in T)$ (причем R_1 и R_2 могут быть как частичными, так и полными отношениями), являются эквивалентными, если существует а/ взаимнооднозначное соответствие ψ между множествами S и T , б/ существуют взаимнооднозначные соответствия $\varphi_\alpha (\alpha \in S)$ между множествами N_α и $N'_{\psi(\alpha)}$, такие, что найдется взаимнооднозначное соответствие η между множествами \bar{R}_1 и \bar{R}_2 , причем $\eta((\alpha_\alpha)_{\alpha \in S}) = (\varphi_\alpha(\alpha_\alpha))\psi(\alpha) \in T$, ибо $\varphi_\alpha(\alpha_\alpha) \in N'_{\psi(\alpha)}$.

Например, пусть нам даны два декартовых произведения:

$$\prod_{i=1}^3 N_i \text{ и } \prod_{i=1}^3 N'_i, \text{ где } N_1 = \{a, b\}, N_2 = \{c, d, e\}, N_3 = \{f, h\}, \\ N'_1 = \{1, 2\}, N'_2 = \{3, 4, 5\}, N'_3 = \{6, 7\}.$$

На $\prod_{i=1}^3 N_i$ определено отношение R_1 , причём

$$\bar{R}_1 = \{(a, c, f), (b, d, h), (b, e, f), (a, d, h), (b, e, h)\},$$

а на $\prod_{i=1}^3 N_i'$ также определено отношение R_2 , причем

$$\bar{R}_2 = \{(2, 4, 7), (1, 5, 6), (2, 9, 6), (1, 5, 7), (1, 3, 6)\}.$$

Покажем, что отношения R_1 и R_2 эквивалентны. Для этого установим взаимнооднозначное соответствие ψ между $S = \{1, 2, 3\}$ и $T = \{1, 2, 3\}$ следующим образом: $\psi(1) = 3$, $\psi(2) = 2$, $\psi(3) = 1$. Определим следующие взаимнооднозначные соответствия:

между N_1 и N_3' соответствие $\varphi_1: \varphi_1(a) = 7, \varphi_1(b) = 6$;

между N_2 и N_2' соответствие $\varphi_2: \varphi_2(c) = 4, \varphi_2(d) = 5, \varphi_2(e) = 3$;

между N_3 и N_1' соответствие $\varphi_3: \varphi_3(h) = 1, \varphi_3(f) = 2$.

Проверим, что заданием соответствий $\psi, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ мы, по-существу, определили соответствие η , являющееся взаимнооднозначным соответствием между \bar{R}_1 и \bar{R}_2 . Действительно, $\eta(a, c, f) = (2, 4, 7)$, $\eta(b, d, h) = (1, 5, 6)$, $\eta(b, e, f) = (2, 3, 6)$, $\eta(a, d, h) = (1, 5, 7)$, $\eta(b, e, h) = (1, 3, 6)$.

Как видно из определения, эквивалентность отношений полностью характеризуется набором взаимнооднозначных отображений $\{\psi, \varphi_\alpha (\alpha \in S)\}$.

Два частичных отношения R_1 и R_2 , заданные на объединении множеств $\{N_\alpha\} (\alpha \in S)$, называются однородными и многими частичными отношениями, если \bar{R}_1 и \bar{R}_2 являются подмножествами одного и того же множества $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$, $T \subset S$. Например, два отношения R_1 и R_2 , заданные на декартовом произведении $\prod_{i=1}^3 N_i$ множеств $N_1 = \{a, b, c\}$, $N_2 = \{1, 2, 3, 4\}$, $N_3 = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon\}$, причем $R_1 = \{(a, 1), (b, 4), (c, 3)\}$ и $R_2 = \{(a, 2), (c, 4)\}$ являются одноименными отношениями, а отношения R_1 и R_3 , где $R_3 = \{(1, a), (3, b)\}$, не являются одноименными частичными отношениями.

Пусть задано некоторое семейство одноименных отношений $R_\gamma (\gamma \in \Gamma)$, определенных на $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$, причем каждому отношению R_γ соответствует подмножество R_γ из $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha (T \subset S)$. Тогда под объединением $\bigcup_{\gamma \in \Gamma} R_\gamma$ отношений

$R_\gamma (\gamma \in \Gamma)$ мы будем понимать отношение R , которому отвечает подмножество: $\bar{R} = \bigcup_{\gamma \in \Gamma} R_\gamma$.

п.3. Мы будем говорить, что в множестве M определена функция f со значениями в множестве N , если задано однозначное соответствие между некоторым подмножеством в M , называемым областью определения функции f , и подмножеством в N , называемым областью значений функции f . В дальнейшем нас будут интересовать функции, заданные на декартовом произведении со значением в декартовом произведении.

Пусть вам дано декартово произведение $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$. Функция, определенную в $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$ со значением $\prod_{\alpha \in V} N_\alpha$, где T, V - подмножества в S , мы будем обозначать через $f_{T,V}$.

Мы будем говорить, что функция $f_{T,V}$, определенная в $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$ со значением $\prod_{\alpha \in V} N_\alpha$ эквивалентна функции $f'_{T',V'}$, определенной в $\prod_{\alpha \in T'} N'_\alpha$ со значениями в $\prod_{\alpha \in V'} N'_\alpha$, если существуют:

а/ взаимнооднозначное соответствие ψ' между T и T' ;

б/ взаимнооднозначное соответствие ψ'' между V и V' ;

в/ для каждого $\alpha \in T / \alpha \in V /$ взаимнооднозначное соответствие $\varphi_\alpha / \varphi'_\alpha /$ между множествами N_α и $N'_{\psi'(\alpha)}$ / N_α и $N'_{\psi''(\alpha)}$ / такие, что отображения η' между областью определения функции $f'_{T',V'}$ и областью определения функции $f_{T,V}$, определенное равенством

$$\eta'(a_\alpha)_{\alpha \in T} = (\varphi_\alpha(a_\alpha))_{\psi'(\alpha) \in T}, \text{ ибо } \varphi_\alpha(a_\alpha) \in N'_{\psi'(\alpha)},$$

η'' между областью значений функции $f_{T,V}$ и областью значений функции $f'_{T',V'}$, определенное равенством:

$$\eta''(a_\alpha)_{\alpha \in V} = (\varphi'_\alpha(a_\alpha))_{\psi''(\alpha) \in V'}, \text{ ибо } \varphi'_\alpha(a_\alpha) \in N'_{\psi''(\alpha)},$$

являются взаимнооднозначными, причем

$$\eta''(f_{T,V}(a)) = f'_{T',V'}(\eta'(a)), \text{ где } a \text{ лежит в области определения функции } f_{T,V}.$$

Для удобства мы в дальнейшем будем говорить, что эквивалентность функций $f_{T, V}$, $f'_{T', V'}$ задается с помощью отображений $\{\psi^i, \psi''^i, \varphi_1, \varphi_2\}$

Приведем пример эквивалентных функций. Пусть нам даны два декартова произведения $\prod N_i$, где $N_1 = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, $N_2 = \{a, b, c\}$, $N_3 = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon\}$, $N_4 = \{x, y, z, t, u, v\}$, $N_5 = \{5, 6, 7, 8, 9, 10\}$, и $\prod N'_i$, где $N'_1 = \{a, b, c, d, e\}$, $N'_2 = \{1, 2, 3\}$, $N'_3 = \{x, y, z, v, t\}$, $N'_4 = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \tau\}$, $N'_5 = \{4, 5, 6, 7, 8\}$. Пусть, кроме того, заданы две функции $f_{T, V}$, где $T = \{1, 2\}$, $V = \{4, 5\}$ и $f_{T, V}(1, a) = (t, 10)$, $f_{T, V}((1, b)) = (z, 6)$, $f_{T, V}((5, c)) = (u, 8)$, $f_{T, V}((4, a)) = (t, 10)$; и $f'_{T', V'}$, где $T' = \{5, 2\}$ и $V' = \{4, 5\}$, причем $f'_{T', V'}((6, 3)) = (8, 4)$, $f'_{T', V'}((6, 2)) = (d, 8)$, $f'_{T', V'}((4, 1)) = (t, 6)$, $f'_{T', V'}((5, 3)) = (e, 4)$.

Прежде всего заметим, что область определения функции $f_{T, V}$ является множество M_T , а область ее значений - множество M_V , где $M_T = \{(1, a), (1, b), (5, c), (4, a)\}$ и $M_V = \{(t, 10), (z, 6), (u, 8)\}$. Областью определения функции $f'_{T', V'}$ является множество $M_{T'}$ = $\{(6, 3), (6, 2), (4, 1), (5, 3)\}$, а область значений - множество $M_{V'}$ = $\{(8, 4), (d, 8), (t, 6)\}$. Заданым следующим взаимнооднозначным соответствиям:

$$\psi^1 : 1 \rightarrow 5, \quad 2 \rightarrow 2; \quad \psi''^1 : 4 \rightarrow 4, \quad 5 \rightarrow 5;$$

$$\varphi_1 : 1 \rightarrow 6, \quad 2 \rightarrow 7, \quad 3 \rightarrow 8, \quad 4 \rightarrow 5, \quad 5 \rightarrow 4;$$

$$\varphi_2 : a \rightarrow 3, \quad b \rightarrow 2, \quad c \rightarrow 1;$$

$$\varphi_3^1 : x \rightarrow \beta, \quad y \rightarrow \alpha, \quad u \rightarrow \tau, \quad v \rightarrow \delta, \quad t \rightarrow \varepsilon;$$

$$\varphi_5^1 : 6 \rightarrow 8, \quad 7 \rightarrow 7, \quad 8 \rightarrow 6, \quad 9 \rightarrow 5, \quad 10 \rightarrow 4.$$

Отображения $\eta^1 : (1, a) \rightarrow (6, 3)$, $(1, b) \rightarrow (6, 2)$, $(5, c) \rightarrow (4, 1)$, $(4, a) \rightarrow (5, 3)$ и $\eta''^1 : (t, 10) \rightarrow (8, 4)$, $(z, 6) \rightarrow (d, 8)$, $(u, 8) \rightarrow (t, 6)$ являются взаимнооднозначными и при этом, как легко видеть,

$$\eta''^1(f_{T, V}(a)) = f'_{T', V'}(\eta^1(a)).$$

для любого $a \in M_T$. Таким образом, функции f_T, ν и f'_T, ν' являются эквивалентными.

п.4. Пусть нам даны декартово произведение $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$ множеств $N_\alpha (\alpha \in S)$ и некоторое подмножество M в нем. Проектированием множества M в множество $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha (T \subset S)$ называется отображение $P_{T \leftarrow T}$, ставящее элементу $(\alpha_\alpha)_{\alpha \in S}$ из M элемент $(\alpha_\alpha)_{\alpha \in T}$ из $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$. Образ множества M в $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$ при отображении $P_{T \leftarrow T}$ называется проекцией множества M в $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$ и обозначается через $P_{T \leftarrow T}(M)$.

Например, пусть даны декартово произведение $\prod_{i=1}^3 N_i$ множеств $N_1 = \{1, 2, 3\}$, $N_2 = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon\}$, $N_3 = \{a, b\}$ и некоторое подмножество M , состоящее из элементов $(1, \alpha, a)$, $(2, \beta, b)$, $(3, \alpha, a)$, $(2, \delta, b)$. Проекцией этого множества в декартово произведение $N_2 \times N_3$ является множество:

$$P_{2,3 \leftarrow 2,3}(M) = \{(\alpha, a), (\beta, b), (\delta, b)\}.$$

Пусть нам даны декартово произведение $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$ и некоторое полное или частичное отношение R , определенное в $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$. Под проекцией отношения R в $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$, где $T \subset S$, мы будем понимать отношение R_T в $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$, определяемое множеством $P_{T \leftarrow T}(R) \subset \prod_{\alpha \in T} N_\alpha$.

Например, пусть даны декартово произведение $\prod_{i=1}^4 N_i$, где $N_1 = \{1, 2, 3\}$, $N_2 = \{a, b, c, d\}$, $N_3 = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon\}$, $N_4 = \{4, 5, 6\}$, и частичное отношение R , определяемое множеством:

$$\bar{R} = \{(1, a, \alpha), (2, b, \gamma), (3, a, \alpha), (3, d, \varepsilon), (2, c, \delta)\}.$$

Тогда проекцией R' этого отношения в декартово произведение $N_2 \times N_3$ является отношение, определяемое множеством:

$$P_{2,3 \leftarrow 2,3}(\bar{R}) = \{(a, \alpha), (b, \gamma), (d, \varepsilon), (c, \delta)\}.$$

Пусть даны декартово произведение $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$ множеств $\{N_\alpha\} (\alpha \in S)$ и функция f_T, ν , область определения которой лежит в $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$, а область значений - в $\prod_{\alpha \in U} N_\alpha$. Под проекцией функции f_T, ν в множество $\prod_{\alpha \in U} N_\alpha$,

где $T \subset U \subset S$, мы будем понимать функции $f'_{T, V'}$, где $V' = V \cap U$, причем для любого α из области определения функции $f_{T, V}$ выполняется равенство:

$$\bar{f}'_{T, V'}(\alpha) = P_{V'}(f_{T, V}(\alpha)),$$

где $P_{V'}(f_{T, V}(\alpha))$ - проекция элемента $f_{T, V}(\alpha)$ в $\prod_{\alpha \in U} N_{\alpha}$.

Например, пусть дана функция $f_{T, V}$, определенная в $N_1 \times N_2$, с областью значений в $N_2 \times N_3$, где $N_1 = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, $N_2 = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon\}$, $N_3 = \{a, b, c, d, e\}$,

причем эта функция задается следующей таблицей:

$$f_{T, V}((1, \alpha)) = (\varepsilon, e),$$

$$f_{T, V}((2, \gamma)) = (\gamma, e),$$

$$f_{T, V}((4, \beta)) = (\delta, d),$$

$$f_{T, V}((5, \delta)) = (\varepsilon, e).$$

проекцией этой функции в $N_1 \times N_2$ является функция $f'_{T, V'}$, задаваемая таблицей:

$$f'_{T, V'}((1, \alpha)) = \varepsilon,$$

$$f'_{T, V'}((2, \gamma)) = \gamma,$$

$$f'_{T, V'}((4, \beta)) = \delta,$$

$$f'_{T, V'}((5, \delta)) = \varepsilon.$$

§2. ЗАМКНУТЫЕ СИСТЕМЫ.

п.1. За м к н у т о й с и с т е м о й A называется совокупность, состоящая из:

а/ множества M_A , каждый элемент которого мы будем называть элементом системы A , а само множество M_A - множеством элементов системы A ;

б/ совокупности множеств $N_{\alpha} (\alpha \in M_A)$, причем каждому множеству N_{α} из этой совокупности поставлен

во взаимнооднозначное соответствие некоторый элемент α из множества M_A ; каждый элемент множества N_α мы будем называть состоянием элемента α , а само множество - множеством допустимых состояний элемента α ;

а/ некоторой совокупности \mathcal{F}_A частичных или полных отношений;

б/ совокупности \mathcal{M}_A функций $f_{T,V}$, где $T, V \subset M_A$.

В силу того, что одноименные частичные отношения можно объединять, то без ограничения общности мы можем считать, что \mathcal{F}_A содержит не более одного одноименного частичного отношения.

Таким образом, замкнутая система A характеризуется набором множеств:

$$A = \{M_A, N_\alpha (\alpha \in M_A), \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}.$$

Если $\mathcal{M}_A = \emptyset$, то система называется **п р и м и т и в н о** замкнутой системой (п.з. система), а в случае, когда при этом множество \mathcal{F}_A состоит только из одного полного отношения, система A называется **с и л ь н о** **п р и м и т и в н о** замкнутой системой (с.п.з. система).

Пусть R - полное отношение из \mathcal{F}_A . Тогда $\bar{R} = \prod_{\alpha \in M_A} N_\alpha$. Каждый элемент $f = (v_\alpha)_{\alpha \in M_A}$ мы можем содержательно истолковывать как характеристику состояния системы, при котором элемент $\alpha \in M_A$ системы A находится в состоянии $v_\alpha \in N_\alpha$. Таким образом, множество \bar{R} можно истолковывать как множество возможных состояний системы A . Правда, из определения не следует, что множество \bar{R} содержит все состояния системы. Аналогично истолковывать и частичные отношения.

Каждую функцию $f_{T,V}$ из \mathcal{M}_A естественно можно истолковывать как зависимость элементов $V \subset M_A$ от элементов $T \subset M_A$ в системе A .

Приведем следующие примеры замкнутых систем.

а/ В работе [5] И.Месарович определяет абстрактную систему как некоторое отношение на некотором декартовом произведении. Очевидно, что абстрактная система в смысле И.Месаровича является с.п.з. системой.

б/ Модулем или формальным нейроном называется элемент с m входами x_1, x_2, \dots, x_m и одним выходом d . Он характеризуется $m+1$ числом: порогом θ и весами w_1, w_2, \dots, w_m . Каждому входу x_i ($1 \leq i \leq m$) сопоставляется вес w_i . Модуль работает в дискретном времени $t = 1, 2, 3, \dots$. Его выход в момент $k+1$ зависит только от входов в момент k , причем выход может находиться лишь в двух состояниях: возбужден и не возбужден. Зависимость между входами и выходом задается с помощью следующего правила: модуль в момент $k+1$ возбужден (т.е. выход возбужден) в том и только в том случае, когда сумма всех весов возбужденных входов в момент времени k превышает порог модуля θ .

Введем обозначения:

- $x_i(t) = 0$ для " i -тый вход в момент t не возбужден",
- $x_i(t) = 1$ для " i -тый вход в момент t возбужден",
- $d(t) = 0$ для "выход в момент t не возбужден",
- $d(t) = 1$ для "выход в момент t возбужден".

Тогда приведенное выше правило формально можно записать следующим образом:

$$d(t+1) = 1$$

тогда и только тогда, когда $\sum w_i x_i(t) \geq \theta$.

Представим формальный нейрон как абстрактную замкнутую систему. Для этого в качестве элементов множества M_A возьмем все входы x_1, x_2, \dots, x_m и выход $d = x_{m+1}$, т.е. $M_A = \{x_1, x_2, \dots, x_{m+1}\}$. Каждое множество N_{x_i} состоит из всех элементов вида (α, t) , где α принимает значения 0, 1, а t - значения $1, 2, \dots, k, \dots$. Определим в $\prod_{i=1}^{m+1} N_{x_i}$ функцию f со значениями в $N_{x_{m+1}}$ согласно следующему правилу:

$$f((\alpha_1, t), (\alpha_2, t), \dots, (\alpha_m, t)) = (1, t+1)$$

тогда и только тогда, когда $\sum \alpha_i w_i \geq \theta$, в противном случае:

$$f((\alpha_1, t), (\alpha_2, t), \dots, (\alpha_m, t)) = (0, t+1)$$

Таким образом, мы представили формальный нейрон в виде абстрактной системы:

$$A = \{M_A, N_{x_i} (i=1, \dots, m+1), F_A, \mathcal{M}_A\}, \text{ где } F_A = \emptyset \text{ и } \mathcal{M}_A = \{f\}.$$

б/ Конечным автоматом называется пятерка:

$$A = \{X, Y, \Omega, \lambda, \delta\},$$

где X - конечное множество, которое можно интерпретировать как множество входов, Y - конечное множество /множество выходов/, Ω - конечное множество /множество внутренних состояний/, $\lambda: Q \times X \rightarrow Q$ - функция перехода, $\delta: Q \times X \rightarrow Y$ - функция выхода. Предполагается, что автомат A работает в дискретном времени так, что если в момент времени t находится в состоянии q и воспринимает вход x , то в момент $t+1$ он перейдет в состояние $\lambda(q, x)$, а $\delta(q, x)$ будет его выходом.

Представим конечный автомат как абстрактную замкнутую систему. Для этого в качестве элементов множества M_A возьмем три элемента: a, b, c , причем в содержательном истолковании a - вход автомата, b - выход автомата, c - "внутренняя часть" автомата. Тогда множество $N_a = X \times Z$, $N_b = Y \times Z$, $N_c = Q \times Z$, где Z - множество целых чисел. Каждый элемент (x, t) , например, множества N_a можно содержательно истолковать следующим образом: (x, t) означает, что вход в момент t может принимать состояние x . Определим две функции:

$$f((x, t), (q, t)) = (\lambda(q, x), t+1)$$

$$\psi((x, t), (q, t)) = (\delta(q, x), t+1).$$

Таким образом, мы представили конечный автомат в виде абстрактной замкнутой системы:

$$A = \{M_A, N_a, N_b, N_c, F_A, \mathcal{M}_A\},$$

где $F_A = \emptyset$ и $\mathcal{M}_A = \{f, \psi\}$.

г/ Динамической системой [12], стр.13/ называется понятие, определяемое следующими аксиомами.

а/ Заданы множество моментов времени T , множество состояний X , множество мгновенных значений входных воздействий U , множество допустимых входных воздействий $\Omega = \{\omega : T \rightarrow U\}$, множество мгновенных значений выходных величин Y и множество выходных величин:

$$\Gamma = \{\gamma : T \rightarrow Y\}.$$

б/ Множество T есть некоторое упорядоченное подмножество множества вещественных чисел.

в/ Множество входных воздействий Ω удовлетворяет следующим условиям:

1/ Множество Ω непусто.

2/ Назовем отрезком входного воздействия $\omega|_{(t_1, t_2]}$ для $\omega \in \Omega$ сужение ω на $(t_1, t_2] \cap T$. Тогда если $\omega, \omega' \in \Omega$ и $t_1 < t_2 < t_3$, то найдется такое $\omega'' \in \Omega$, что $\omega|_{(t_1, t_2]} = \omega''|_{(t_1, t_2]}$ и $\omega''|_{(t_2, t_3]} = \omega'|_{(t_2, t_3]}$.

г/ Существует переходная функция состояния:

$$\varphi : T \times T \times X \times \Omega \rightarrow X,$$

значениями которой служат состояния $x(t) = \varphi(t; \tau, x, \omega) \in X$, в которых оказывается система в момент времени $t \in T$, если в начальный момент времени $\tau \in T$ она была в начальном состоянии $x = x(\tau) \in X$ и если на нее действовало входное воздействие $\omega \in \Omega$. Функция φ обладает следующими свойствами:

1/ Функция φ определена для всех $t \geq \tau$ и не обязательно определена для всех $t < \tau$.

2/ Равенство $\varphi(t, \tau, x, \omega) = x$ выполняется при любых $t \in T$, любых $x \in X$ и любых $\omega \in \Omega$.

3/ Для любых $t_1 < t_2 < t_3$ и любых $x \in X$, и любых $\omega \in \Omega$ имеем:

$$\varphi(t_3; t_1, x, \omega) = \varphi(t_3; t_2, \varphi(t_2; t_1, x, \omega), \omega);$$

4/ Если $\omega, \omega' \in \Omega$ и $\omega|_{(\tau, t]} = \omega'|_{(\tau, t]}$, то $\varphi(t; \tau, x, \omega) = \varphi(t; \tau, x, \omega')$.

д/ Вадано выходное отображение $\eta : T \times X \rightarrow Y$, определяющее выходные величины $y(t) = \eta(t, x(t))$. Отображение $(\tau, t) \rightarrow Y$, задаваемое соотношением $\delta \rightarrow \eta(\delta, \varphi(\delta; \tau, x, \omega), \delta \in (\tau, t)$, называется отрезком выходной величины, т.е. сужением $\gamma \in \Gamma$ на $(\tau, t]$.

Представим динамическую систему как абстрактную замкнутую систему. Для этого в качестве элементов множества M_A возьмем три элемента: α, β, ζ , причем в содержательном истолковании α - вход динамической системы, β - выход динамической системы, ζ - "собственно сама динамическая система". Положим через N_α подмножество в $T \times U$, порожденное всеми графиками функций $\omega \in \Omega$, через N_β - подмножество в $T \times Y$, порожденное графиками $\gamma \in \Gamma$, через $N_\zeta = T \times X$. Определим две функции:

$$f((\tau, x), (\tau, u)) = (\tau, \varphi(\tau, x, \omega))$$

$$\psi(t, x) = (t, \eta(t, x(t))).$$

Таким образом, мы представили динамическую систему в виде абстрактной замкнутой системы:

$$A = \{M_A, N_\alpha, N_\beta, N_\zeta, \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}.$$

где $\mathcal{F}_A = \phi$, $\mathcal{M}_A = \{f, \psi\}$. Заметим, что множество Ω и функции φ и η удовлетворяют тем условиям, которые были отмечены в определенной динамической системе.

Пусть нам дана система A . Функцию $f_{T, V} \in \mathcal{M}_A$ мы будем называть *разделенной*, если $T \cap V = \emptyset$. График разделенной функции определяет некоторое частичное или полное отношение на $\prod_{\alpha \in S} N_\alpha$, где $S = T \cup V$, которое мы будем обозначать через $R_{T, V}$. Таким образом, каждой разделенной функции однозначно отвечает некоторое отношение.

Заметим, кроме того, что область определения /область значений/ каждой функции из \mathcal{M}_A определяет некоторое частичное отношение в $\prod_{\alpha \in M_A} N_\alpha$.

п.2. Две замкнутые системы A и B называются эквивалентными, если существуют:

1/ взаимнооднозначное соответствие ψ между множествами M_A и M_B ;

2/ для каждого $a \in M_A$ взаимнооднозначное соответствие φ_a между множеством N_a допустимых состояний элемента $a \in M_A$ и множеством N_b допустимых состояний элемента $b \in M_B$, причем $\psi(a) = b$;

3/ взаимнооднозначное соответствие τ между множеством \mathcal{F}_A частичных и полных отношений системы A , причем эквивалентность двух отношений $R_A \in \mathcal{F}_A$ и $\tau(R_A) \in \mathcal{F}_B$ индуцируется набором двух отображений $\{\psi, \varphi_2\}$;

4/ взаимнооднозначное соответствие ρ между множествами \mathcal{M}_A и \mathcal{M}_B , причем эквивалентность функций $f_{s,T} \in \mathcal{M}_A$ и $\rho(f_{s,T}) \in \mathcal{M}_B$ задается набором отображений $\{\psi, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3\}$.

Приведем пример двух эквивалентных систем.

Система A : $A = \{M_A, N_{a_1}, N_{a_2}, N_{a_3}, N_{a_4}, \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}$, где
 $M_A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$, $N_{a_1} = \{d, z, s, u\}$, $N_{a_2} = \{d, p, y, \delta, \varepsilon\}$,
 $N_{a_3} = \{x, y, z, t\}$, $N_{a_4} = \{b, \gamma, s\}$. $\mathcal{F}_A = \{R_1, R_2, R_3\}$, где
 $\bar{R}_1 = \{(1, d, x, c), (1, p, y, v), (3, y, z, s), (4, \delta, u, c), (1, \varepsilon, u,)\}$;
 $\bar{R}_2 = \{(1, c), (p, \gamma), (y, c), (\varepsilon, s)\}$, $\bar{R}_3 = \{(1, \delta, y), (2, b, u), (3, d, x)\}$,
 $\mathcal{M}_A = \{f_{T_1, V_1}, f_{T_2, V_2}\}$, где $T_1 = \{3, 4\}$, $T_2 = \{1, 2\}$, $V_1 = \{3, 1\}$, $V_2 = \{3\}$,
 $f_{T_1, V_1}(x, \gamma) = (u, d)$, $f_{T_1, V_1}(u, c) = (y, 4)$, $f_{T_1, V_1}(z, s) = (u, d)$,
 $f_{T_2, V_2}(1, \delta) = y$, $f_{T_2, V_2}(2, \varepsilon) = u$, $f_{T_2, V_2}(3, d) = x$.

Система В: $B = \{M_B, N_{b_1}, N_{b_2}, N_{b_3}, N_{b_4}, \mathcal{F}_B, \mathcal{M}_B\}$, где
 $M_B = \{b_1, b_2, b_3, b_4\}$, $N_{b_1} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, $N_{b_2} = \{\alpha, \beta, \gamma\}$,
 $N_{b_3} = \{s, t, u, v\}$, $N_{b_4} = \{\delta, \varepsilon, \mu, \nu\}$. $\mathcal{F}_B = \{R'_1, R'_2, R'_3\}$, где
 $R'_1 = \{(5, \gamma), (3, \alpha), (4, \gamma), (2, \delta^2)\}$, $R'_2 = \{(\delta, 1, t), (\mu, 2, s), (\varepsilon, \nu)\}$,
 $R'_3 = \{(\delta, 5, \nu, \gamma), (\mu, 3, t, \alpha), (\varepsilon, 4, u, \beta), (\nu, 1, s, \gamma), (\delta, 2, s, \beta)\}$;
 $\mathcal{M}_B = \{f'_{T'_1, V'_1}, f'_{T'_2, V'_2}\}$, где $T'_1 = \{3, 2\}$, $T'_2 = \{4, 1\}$, $V'_1 = \{3, 4\}$, $V'_2 = \{3\}$,
 $f'_{T'_1, V'_1}(V, \alpha) = (s, \delta)$, $f'_{T'_1, V'_1}(s, \gamma) = (t, \nu)$, $f'_{T'_1, V'_1}(u, \beta) = (v, \varepsilon)$,
 $f'_{T'_1, V'_1}(t, \beta) = (s, \mu)$;
 $f'_{T'_2, V'_2}(\delta, 1) = t$, $f'_{T'_2, V'_2}(\mu, 2) = s$, $f'_{T'_2, V'_2}(s, 5) = v$.

Покажем, что системы A и B эквивалентны. Для этого установим взаимнооднозначное соответствие ψ между множествами M_A и M_B ;

$$\psi: a_1 \rightarrow b_4, a_2 \rightarrow b_1, a_3 \rightarrow b_3, a_4 \rightarrow b_2.$$

Затем для каждого $a_i \in M_A$ установим взаимнооднозначное соответствие φ_{a_i} между множествами N_{a_i} допустимых состояний элемента a_i и N_{b_j} допустимых состояний элемента b_j , причем $\psi(a_i) = b_j$. Имеем;

$$\begin{aligned} \varphi_{a_1}: 1 \rightarrow \delta, 2 \rightarrow \mu, 3 \rightarrow \varepsilon, 4 \rightarrow \nu; \\ \varphi_{a_2}: \alpha \rightarrow 5, \beta \rightarrow 3, \gamma \rightarrow 4, \delta \rightarrow 1, \varepsilon \rightarrow 2; \\ \varphi_{a_3}: x \rightarrow v, y \rightarrow t, z \rightarrow u, u \rightarrow s; \\ \varphi_{a_4}: \delta \rightarrow \gamma, \varepsilon \rightarrow \alpha, \beta \rightarrow \beta. \end{aligned}$$

Легко проверяется, что соответствие:

$$\tau: R_1 \rightarrow R'_3, R_2 \rightarrow R'_1, R_3 \rightarrow R'_2$$

между множествами \mathcal{F}_A и \mathcal{F}_B являются взаимнооднозначными, причем эквивалентность любых пар отношений $R_i \in \mathcal{F}_A$

и $\tau(R_\tau)$ индуцируется набором отображений:

$$\{\psi, (\varphi_{a_1}, \varphi_{a_2}, \varphi_{a_3}, \varphi_{a_4})\}$$

Точно также проверяется, что взаимнооднозначное соответствие ρ между множествами \mathcal{M}_A и \mathcal{M}_B :

$$\rho: f_{T_1, V_1} \rightarrow f'_{T'_1, V'_1}, f_{T_2, V_2} \rightarrow f'_{T'_2, V'_2}$$

таково, что эквивалентность функций $f_{T_i, V_i} \in \mathcal{M}_A$ и $(f'_{T'_i, V'_i}) \in \mathcal{M}_B$ задается набором отображений:

$$\{\psi, \varphi, \varphi_{a_i}, \varphi_{a_i} (i = 1, 2, 3, 4)\}.$$

§3. ОТКРЫТЫЕ СИСТЕМЫ.

п. I. В предыдущем параграфе мы ввели в рассмотрение понятие замкнутой системы, которое хотя и является достаточно общим, но на базе только этого определения нельзя построить глубокую теорию, ибо из него не вытекает наличие для определенных классов систем внешней среды и связанных с ней очень важных понятий. Поэтому естественно наряду с понятием замкнутой системы ввести понятие открытой системы.

Под открытой системой A мы будем понимать совокупность, состоящую из:

а/ некоторого множества M'_A , каждый элемент которого мы будем называть собственным элементом системы A , а само множество M'_A - множеством собственных элементов системы A ;

б/ некоторого множества M''_A , каждый элемент которого мы будем называть внешним элементом системы A ;

в/ некоторой совокупности множеств $N_a (a \in M'_A = M'_A \cup M''_A)$, причем каждому множеству N_a из этой совокупности поставлен во взаимнооднозначное соответствие некоторый элемент a из множества M'_A ; каждый элемент множества a мы будем называть состоянием элемента N_a , а само множество - множеством допустимых состояний элемента a ;

г/ некоторой совокупности \mathcal{F}_A полных и частичных отношений, определенных в $\prod_{a \in M'_A} N_a$;

д/ некоторой совокупности \mathcal{M}_A функций $f_{T, V}$, где

T, V - подмножества в M_A , причем область определения функции $f_{T, V}$ является подмножеством в $\prod_{\alpha \in T} N_\alpha$, а область значений - подмножеством в $\prod_{\alpha \in V} N_\alpha$.

В силу того, что одноименные частичные отношения можно объединить, то без ограничения общности мы можем считать, что в \mathcal{F}_A нет более одного одноименного частичного отношения.

Аналогично случаю замкнутых систем введем следующие определения. Если $\mathcal{M}_A = \emptyset$, то система A называется **примитивно открытой** системой, а в случае, когда при этом еще множество \mathcal{F}_A состоит только из полных отношений, система A называется **сильно примитивно открытой** системой.

Таким образом, открытая система характеризуется набором множеств $A = \{M'_A, M''_A, N_\alpha (\alpha \in M_A = M'_A \cup M''_A), \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}$.

Если $M''_A = \emptyset$, то мы приходим к понятию замкнутой системы.

Из определения открытой системы естественно вытекает понятие внешней среды к системе A .

Под **внешней средой** к системе A мы будем понимать открытую систему A' , которая характеризуется набором множеств $A' = \{M'_A, M''_A, N_\alpha (\alpha \in M_A), \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}$.

Из последнего определения следует, что понятия открытой системы A и внешней среды A' к ней являются двойственными. Даже более того, определяя открытую систему, мы одновременно определяем и внешнюю среду к ней. Системы A и A' в общем случае равноправны, т.е. если A' есть внешняя среда к системе A , то A есть внешняя среда к системе A' .

Если вместо множеств M'_A и M''_A в определении открытой системы будем рассматривать лишь множество M_A , то получим определение замкнутой системы. Другими словами, пусть дана открытая система $A = \{M'_A, M''_A, N_\alpha (\alpha \in M_A), \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}$. Обозначим через \tilde{A} систему, у которой $M'_A = M_A \cup M''_A$, $\mathcal{F}_{\tilde{A}} = \mathcal{F}_A$, $\mathcal{M}_{\tilde{A}} = \mathcal{M}_A$, т.е. система \tilde{A} определяется набором $\{M_{\tilde{A}}, N_\alpha (\alpha \in M_{\tilde{A}}), \mathcal{F}_{\tilde{A}}, \mathcal{M}_{\tilde{A}}\}$. Очевидно, что система \tilde{A} является замкнутой и ее естественно толковать

как универсум, т.е. как объект, внутри которого происходят наши рассмотрения. Из такого рассмотрения вытекает, что разделение универсума \bar{A} на две открытые системы A и A' , одна из которых - собственно система, а другая - внешняя среда, является условным.

Такое равноправное рассмотрение систем позволяет применять для их исследования принцип "черного ящика".

С открытой системой A связана еще одна замкнутая система \bar{A} , которую мы будем называть замыканием системы A . З а м ы к а н и е м открытой системы A , называется замкнутая система \bar{A} , определяемая набором множеств:

$$\bar{A} = \{M'_A, N_a (a \in M'_A), \bar{F}_A, \bar{\mathcal{M}}_A\},$$

где множество \bar{F}_A состоит из всех проекций отношений из F_A в декартово произведение $\prod_{a \in M'_A} N_a$, а множество $\bar{\mathcal{M}}_A$ из всех проекций функций из \mathcal{M}_A в $\prod_{a \in M'_A} N_a$ / это означает, что $\bar{\mathcal{M}}_A$ состоит из всех функций $f_{T,V} \in \mathcal{M}_A$, для которых $T, V \in M'_A$, и проекций всех функций $f_{T,V} \in \mathcal{M}_A$, у которых $T \in M'_A$. Поясним введенные понятия на примере. Пусть нам дана открытая система;

$$A = \{M'_A, M''_A, N_a (a \in M_A = M'_A \cup M''_A), F_A, \mathcal{M}_A\}.$$

$$M'_A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}, M''_A = \{b_1, b_2, b_3\};$$

$$M_A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3\}.$$

$$N_{a_1} = \{1, 2, 3\}, N_{a_2} = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}, N_{a_3} = \{x, y, z\}, N_{a_4} = \{j, m, \pi\};$$

$$N_{b_1} = \{4, 5, 6, 7\}, N_{b_2} = \{u, v, t, s\}, N_{b_3} = \{8, 9, 0\}.$$

$$F_A = \{R_1, R_2, R_3, R_4\}, \bar{R}_1 = \{(4, u), (2, 5, v), (3, 6, s), (1, 7, t)\};$$

$$\bar{R}_2 = \{(\alpha, z, u, s), (\beta, x, v, 0), (\gamma, y, s, 9), (\delta, z, u, 0), (\beta, y, t, s)\};$$

$$\bar{R}_3 = \{(1, 8, j), (3, \alpha, \pi), (2, \beta, m), (1, \alpha, j)\};$$

$$\bar{R}_4 = \{(x, j, s), (y, m, 9), (z, \pi, 0)\};$$

$$\mathcal{M}_A = \{f_{T_1, V_1}, f_{T_2, V_2}, f_{T_3, V_3}, f_{T_4, V_4}\}, T_1 = \{a_1, a_2\}, V_1 = \{a_3, a_4\};$$

$$T_2 = \{b_1, a_1\}, V_2 = \{a_2, 6_2\}, T_3 = \{a_1, a_4\}, V_3 = \{b_1, a_3\}, T_4 = \{b_2, b_3\}, V_4 = \{b_1\}.$$

$$f_{T_1, V_1}(1, \delta) = (x, \infty), f_{T_1, V_1}(2, \beta) = (\infty, \nu), f_{T_1, V_1}(3, \gamma) = (y, \mu), f_{T_1, V_1}(4, \alpha) = (x, \nu)$$

$$f_{T_2, V_2}(4, \lambda) = (\alpha, u), f_{T_2, V_2}(5, \lambda) = (\beta, \nu), f_{T_2, V_2}(6, \lambda) = (\gamma, t), f_{T_2, V_2}(7, \lambda) = (\delta, \beta)$$

$$f_{T_3, V_3}(\alpha, \mu) = (4, x), f_{T_3, V_3}(\beta, \infty) = (5, \infty), f_{T_3, V_3}(\gamma, \mu) = (7, x)$$

$$f_{T_4, V_4}(u, \delta) = 4, f_{T_4, V_4}(\nu, \theta) = 7, f_{T_4, V_4}(3, \theta) = 4;$$

$$f_{T_4, V_4}(t, \theta) = 5.$$

Универсумом в случае нашего примера является замкнутая система: $\bar{A} = \{M_A, N_a (a \in M_A), \bar{F}_A, \bar{\pi}_A\}$, а внешней к системе A является открытая система:

$$A' = \{M'_A, M'_A, N_a (a \in M_A), \bar{F}_A, \bar{\pi}_A\}.$$

Найдем теперь замыкание \bar{A} системы A . Согласно определению, замыканием системы A является замкнутая система:

$$\bar{A} = \{M'_A, N_a (a \in M_A), \bar{F}_A, \bar{\pi}_A\},$$

где

$$M'_A = \{\alpha, a_1, a_2, a_3, a_4\},$$

$$N_{a_1} = \{1, 2, 3\}, N_{a_2} = \{2, \beta, \gamma, \delta\}, N_{a_3} = \{x, y, z\}, N_{a_4} = \{5, \mu, \infty\}$$

$$\bar{F}_A = \{\bar{R}_1, \bar{R}_2, \bar{R}_3, \bar{R}_4\}, \text{ где } \bar{R}_1 = \{(1), (2), (3)\};$$

$$\bar{R}_2 = \{(\alpha, z), (\beta, x), (\gamma, y), (\delta, \infty), (\beta, y)\}, \bar{R}_3 = \{(t, \gamma), (3, \alpha), (2, \beta), (d, \alpha)\};$$

$$\bar{R}_4 = \{(x, \nu), (y, \mu), (z, \infty)\};$$

$$\bar{\pi}_A = \{\bar{f}_{T_1, V_1}, \bar{f}_{T_2, V_2}\}.$$

$$\bar{f}_{T_1, V_1} = f_{T_1, V_1};$$

$$\bar{f}_{T_2, V_2}(\alpha, \mu) = x, \bar{f}_{T_2, V_2}(\beta, \infty) = z, \bar{f}_{T_2, V_2}(\gamma, \mu) = x.$$

п.2. Открытые системы A и B называются эквивалентными, если существуют:

а/ взаимнооднозначное соответствие ψ между множествами M_A и M_B , такое, что $\psi(M'_A) = M'_B$ и $\psi(M''_A) = M''_B$;

б/ для каждого $a \in M_A$ взаимнооднозначное соответствие φ_a между множеством допустимых состояний N_a элемента $a \in M_A$ и множеством N_b допустимых состояний элемента $b \in M_B$, причем $\psi(a) = b$;

в/ взаимнооднозначное соответствие τ между множеством \mathcal{F}_A частичных и полных отношений системы A и множеством \mathcal{F}_B частичных и полных отношений системы B , причем эквивалентность двух отношений $R \in \mathcal{F}_A$ и $\tau(R) \in \mathcal{F}_B$ индуцируется отображениями ψ и $\varphi_a (a \in M_A)$;

г/ взаимнооднозначное соответствие ρ между множеством \mathcal{M}_A функций системы A и множеством функций \mathcal{M}_B системы B , причем функции $f_{T,V} \in \mathcal{M}_A$ и $\rho(f_{T,V}) \in \mathcal{M}_B$ эквивалентны и их эквивалентность задается набором отображений:

$\{\psi, \psi, \varphi_a, \varphi_a\}$.

Легко привести примеры двух эквивалентных открытых систем.

Система A определяется набором:

$$A = \{M'_A, M''_A, N_a (a \in M_A), \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\},$$

где

$$M'_A = \{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4\}, M''_A = \{\alpha_5, \alpha_6, \alpha_7\};$$

$$N_{\alpha_1} = \{1, 2, 3\}, N_{\alpha_2} = \{4, 5, 6\}, N_{\alpha_3} = \{7, 8, 9\}, N_{\alpha_4} = \{\lambda, \beta\}, N_{\alpha_5} = \{\gamma, \delta, \varepsilon\};$$

$$N_{\alpha_6} = \{\tau, \pi, \rho\}, N_{\alpha_7} = \{a, b, c, d\}.$$

$$\mathcal{F}_A = \{R_1, R_2, R_3, R_4\}, \text{ где}$$

$$\bar{R}_1 = \{(1, 4, \tau, \lambda, \tau, a), (2, 5, \delta, \rho, \delta, b), (3, 6, \varepsilon, \varepsilon, \rho, d), (2, 6, \gamma, \delta, \gamma, c)\};$$

$$\bar{R}_2 = \{(1, 4, \gamma), (2, 6, \varepsilon), (3, 5, \gamma), (4, 5, \delta), (2, 4, \gamma)\};$$

$$\bar{R}_3 = \{(4, 9, \lambda, \beta), (5, \gamma, \rho, \tau), (6, a, \alpha, \rho), (4, \gamma, \alpha, \pi)\};$$

$$\bar{R}_4 = \{(\tau, \alpha), (\pi, \beta), (\rho, \epsilon), (\tau, \delta), (\pi, \alpha)\},$$

$$\mathcal{M}_A = \{f_{T_1, V_1}, f_{T_2, V_2}\}, T_1 = \{\alpha_1, \alpha_2\}, T_2 = \{\alpha_4, \alpha_5\},$$

$$V_1 = \{\alpha_5\}, V_2 = \{\alpha_6, \alpha_7\}$$

$$f_{T_1, V_1}(1, 4) = \delta, f_{T_2, V_2}(2, \epsilon) = \epsilon, f_{T_1, V_1}(3, 5) = \delta, f_{T_1, V_1}(1, 5) = \delta,$$

$$f_{T_2, V_2}(2, 4) = \gamma.$$

$$f_{T_1, V_1}(\alpha, \pi) = (\pi, \alpha), f_{T_1, V_1}(\beta, \tau) = (\tau, \beta), f_{T_2, V_2}(\alpha, \rho) = (\rho, \epsilon).$$

Система В. определяется набором:

$$B = \{M'_B, M''_B, N_B (b \in M_B), \mathcal{F}_B, \mathcal{M}_B\},$$

где

$$M'_B = \{b_1, b_2, b_3, b_4\}, M''_B = \{b_5, b_6, b_7\}, N_{b_1} = \{1, 2\}, N_{b_2} = \{3, 4, 5\};$$

$$N_{b_3} = \{6, 7, 8\}, N_{b_4} = \{\alpha, \beta, \gamma\}, N_{b_5} = \{\delta, \epsilon, \tau\}, N_{b_6} = \{\pi, \omega\}, N_{b_7} = \{\chi, \eta, \xi, \zeta, \upsilon\};$$

$$\mathcal{F}_B = \{R'_1, R'_2, R'_3, R'_4\}, \bar{R}'_1 = \{(\delta, \mu), (\epsilon, \pi), (\tau, \chi), (\delta, \eta), (\epsilon, \eta)\};$$

$$\bar{R}'_2 = \{(8, 3, 2, \tau), (\gamma, 5, 1, \delta), (6, 4, 2, \tau), (2, 5, 2, \epsilon)\};$$

$$\bar{R}'_3 = \{(\beta, \delta, \omega), (\gamma, 6, \pi), (\alpha, \gamma, \omega), (\beta, \gamma, \xi), (\gamma, \delta, \omega)\};$$

$$\bar{R}'_4 = \{(2, 5, \delta, \mu, \omega, \mu), (1, 4, \gamma, \epsilon, \xi, \pi), (2, 3, 5, \alpha, \tau, \pi, \eta), (1, 5, 6, \gamma, \epsilon, \xi, \chi)\};$$

$$\mathcal{M}_B = \{f'_{T'_1, V'_1}, f'_{T'_2, V'_2}\}, T'_1 = \{b_4, b_3\}, T'_2 = \{b_1, b_5\}, V'_1 = \{b_6\}, V'_2 = \{b_7, b_7\};$$

$$f'_{T'_1, V'_1}(\beta, \delta) = \omega, f'_{T'_1, V'_1}(\gamma, 6) = \pi, f'_{T'_1, V'_1}(\alpha, \gamma) = \omega;$$

$$f'_{T'_2, V'_2}(\beta, \gamma) = \xi, f'_{T'_2, V'_2}(\gamma, \delta) = \omega;$$

$$f'_{T'_1, V'_1}(2, \delta) = (\epsilon, \mu), f'_{T'_2, V'_2}(1, \delta) = (\delta, \pi);$$

$$f'_{T'_1, V'_1}(2, \tau) = (\tau, \chi).$$

Покажем, что системы A и B эквивалентны. Для этого установим взаимнооднозначное соответствие ψ между множествами M_A и M_B :

$\psi: \alpha_1 \rightarrow \beta_4, \alpha_2 \rightarrow \beta_1, \alpha_3 \rightarrow \beta_2, \alpha_4 \rightarrow \beta_3, \alpha_5 \rightarrow \beta_6, \alpha_6 \rightarrow \beta_5, \alpha_7 \rightarrow \beta_7$,
 причем, как легко проверяется, $\psi(M'_A) = M'_B$ и $\psi(M''_A) = M''_B$.

Затем для каждого $\alpha_i \in M_A$ установим взаимнооднозначное соответствие φ_{α_i} между множествами N_{α_i} допустимых состояний элемента α_i и N_{β_j} допустимых состояний элемента $\beta_j \in M_B$, причем $\varphi(\alpha_i) = \beta_j$.

Имеем:

$\varphi_{\alpha_1}: 1 \rightarrow \beta, 2 \rightarrow \gamma, 3 \rightarrow \alpha,$ $\varphi_{\alpha_3}: \tau \rightarrow 5, \delta \rightarrow 4, \theta \rightarrow 3;$
 $\varphi_{\alpha_2}: 4 \rightarrow \beta, 5 \rightarrow \gamma, 6 \rightarrow \beta,$ $\varphi_{\alpha_5}: \delta \rightarrow \omega, \delta \rightarrow \beta, \varepsilon \rightarrow \pi,$
 $\varphi_{\alpha_4}: \alpha \rightarrow 2, \beta \rightarrow 1,$ $\varphi_{\alpha_6}: \alpha \rightarrow \mu, \beta \rightarrow \pi, \varepsilon \rightarrow \kappa, d \rightarrow \gamma.$
 $\varphi_{\alpha_7}: \tau \rightarrow \beta, \pi \rightarrow \beta, \rho \rightarrow \tau;$

Легко проверяется, что соответствие:

$\tau: R_1 \rightarrow R'_4, R_2 \rightarrow R'_3, R_3 \rightarrow R'_2, R_4 \rightarrow R'_1$

между множествами \mathcal{F}_A и \mathcal{F}_B является взаимнооднозначным, причем эквивалентность любых пар отношений $R_i \in \mathcal{F}_A$ и $\tau(R_i) \in \mathcal{F}_B$ индуцируется набором отображений: $\{\psi, \varphi_{\alpha_i}\}$.

Точно также проверяется, что взаимнооднозначное соответствие ρ между множествами \mathcal{M}_A и \mathcal{M}_B :

$\rho: f_{\tau_1, \nu_1} \rightarrow f'_{\tau'_1, \nu'_1}, f_{\tau_2, \nu_2} \rightarrow f'_{\tau'_2, \nu'_2}$

таково, что эквивалентность функций $f_{\tau, \nu} \in \mathcal{M}_A$ и $\rho(f_{\tau, \nu}) \in \mathcal{M}_B$ задается набором отображений $\{\psi, \varphi, \varphi_{\alpha_i}, \varphi_{\alpha_j}\}$.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ I. Если две открытые системы A и B эквивалентны, то

- а/ открытые системы A' и B' эквивалентны,
- б/ замкнутые системы \tilde{A} и \tilde{B} эквивалентны,
- г/ замыкания систем \bar{A} и \bar{B} эквивалентны.

Доказательство этого предположения непосредственно

вытекает из определений эквивалентности открытых систем, эквивалентности замкнутых систем, замыкания открытых систем.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 2. Пусть даны две открытые системы A и B . Если \bar{A} и \bar{B} эквивалентны, то

- а/ открытые системы A' и B' эквивалентны,
- б/ открытые системы A и B эквивалентны,
- г/ замыкания систем \bar{A} и \bar{B} эквивалентны.

Предложение очевидно.

§4. ПОДСИСТЕМЫ.

п.1. Для дальнейших рассмотрений одних определений открытой и замкнутой систем явно недостаточно. Необходимо, прежде всего, дать абстрактное определение подсистемы. Одним из основных принципов, который широко используется в теории систем и в системном анализе, является принцип двойственного рассмотрения систем, который, по-существу, заключается в том, что систему рассматривают с одной стороны как систему, а с другой стороны - как подсистему некоторой большей системы, или суперсистемы. Поэтому одно из основных требований к абстрактному определению подсистемы заключается в том, чтобы оно позволило выразить принцип двойственного рассмотрения в абстрактной форме.

Исходя из вышесказанного, необходимо ввести понятия открытой и замкнутой подсистем. Кроме того, очевидно, определение открытой или замкнутой подсистемы должно учитывать, является ли рассматриваемая подсистема подсистемой открытой или замкнутой системы. Отсюда вытекает, что полное определение подсистемы должно включать в себя определения:

- а/ открытой подсистемы открытой системы,
- б/ замкнутой подсистемы открытой системы,
- в/ открытой подсистемы замкнутой системы,
- г/ замкнутой подсистемы замкнутой системы.

п.2. Пусть дана замкнутая система:

$$A = \{M_A, N_a (a \in M_A), \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}.$$

Открытой подсистемой B замкнутой системы A называется совокупность, состоящая из

а/ множества $M'_B \subset M_A$, каждый элемент которого мы будем называть собственным элементом подсистемы B , а само множество M'_B - множеством элементов подсистемы B ;

б/ множества $M''_B = M_A \setminus M'_B$, каждый элемент которого мы будем называть внешним элементом к подсистеме B , а само множество M''_B - множеством внешних элементов или внешней средой к подсистеме B ;

в/ некоторого семейства множества $N_a (a \in M_A)$, индексированных с помощью множества M_A ;

г/ совокупности \mathcal{F}_B частичных или полных отношений ($\mathcal{F}_A = \mathcal{F}_B$);

д/ совокупности функций $\mathcal{M}_B = \mathcal{M}_A$.

Таким образом, открытая подсистема B замкнутой системы A характеризуется набором:

$$B = \{M'_B, M''_B, N_a (a \in M_A), \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}.$$

Замкнутой подсистемой B замкнутой системы A называется система, состоящая из:

а/ множества $M_B \subset M_A$, каждый элемент которого мы будем называть элементом подсистемы B , а само множество M_B - множеством элементов подсистемы B ;

б/ подсемейства множеств $N_a (a \in M_B)$ семейства множеств $N_a (a \in M_A)$;

в/ совокупности \mathcal{F}_B частичных и полных отношений на $\prod_{a \in M_B} N_a$, являющейся проекцией семейства \mathcal{F}_A на $\prod_{a \in M_B} N_a$;
 г/ совокупности функций $\mathcal{M}_B = \{f_{T, V}\}$, где $T, V \subset M_B$, являющейся проекцией совокупности функций \mathcal{M}_A на $\prod_{a \in M_B} N_a$.

Таким образом, замкнутая подсистема замкнутой системы характеризуется набором:

$$B = \{M_B, N_a (a \in M_B), \mathcal{F}_B, \mathcal{M}_B\}.$$

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 3. Пусть дана замкнутая система A и пусть замкнутая подсистема B_1 и открытая подсистема B_2 системы A таковы, что $M_{B_1} = M_{B_2}$. Тогда $B_1 = \overline{B_2}$.

Это утверждение непосредственно вытекает из определенных.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 4. Пусть C - замкнутая подсистема замкнутой подсистемы B замкнутой системы A . Тогда C - замкнутая подсистема системы A .

Это утверждение вытекает из определений проектирования функций и отношений, а также из определения замкнутой подсистемы.

В качестве примера рассмотрим пример, проведенный в предыдущем параграфе. Пусть нам дан универсум \overline{A} /стр.20/, который можно рассматривать как замкнутую систему. Тогда A есть открытая подсистема системы \overline{A} , а замыкание \overline{A} есть замкнутая подсистема системы \overline{A} .

п.3. Пусть нам дана открытая система:

$$A = \{M'_A, M''_A, N_\alpha (\alpha \in M_A), F_A, X_A\}$$

Под замкнутой подсистемой B открытой системы A мы понимаем замкнутую подсистему системы \overline{A} .

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 5. Пусть B - замкнутая подсистема открытой системы A . Тогда B является замкнутой подсистемой системы \overline{A} .

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 6. Пусть C - замкнутая подсистема замкнутой подсистемы B открытой системы A . Тогда C - замкнутая подсистема A .

Под открытой подсистемой B открытой системы A мы понимаем открытую подсистему системы \overline{A} .

Из определения открытой подсистемы непосредственно вытекает, что открытая подсистема открытой подсистемы любой системы /открытой или замкнутой/ не обязательно является открытой подсистемой самой системы. В подтверждение этому легко привести пример.

С другой стороны имеет место легко проверяемое утверждение:

ТЕОРЕМА I. Пусть A - открытая или замкнутая система, B - открытая или замкнутая подсистема системы A , C - замкнутая подсистема B . Тогда C - замкнутая подсистема системы A .

Пусть нам дана открытая или замкнутая система A . Систему A мы можем естественным образом рассматривать как подсистему системы A . С этой точки зрения система A является как открытой, так и замкнутой подсистемой самой себя.

п.4. Пусть дана открытая система:

$$A = \{M'_A, M''_A, N_a (a \in M_A), \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}$$

и пусть $A_\alpha = \{M'_{A_\alpha}, M''_{A_\alpha}, N_a (a \in M_A), \overline{\mathcal{F}}_A, \overline{\mathcal{M}}_A\} (\alpha \in J)$

являются открытыми подсистемами системы A , причем $M'_{A_\alpha} \cup M''_{A_\alpha} = M'_A$, $\overline{\mathcal{F}}_A$ - проекция семейства \mathcal{F}_A в $\prod_{a \in M_A} N_a$, $\overline{\mathcal{M}}_A$ - проекция семейства \mathcal{M}_A в $\prod_{a \in M_A} N_a$.

Под объединением открытых подсистем

$$A_\alpha = \{M'_{A_\alpha}, M''_{A_\alpha}, N_a (a \in M_A), \overline{\mathcal{F}}_A, \overline{\mathcal{M}}_A\} (\alpha \in J)$$

мы понимаем подсистему:

$$\bigcup_{\alpha \in J} A_\alpha = \{ \bigcup_{\alpha \in J} M'_{A_\alpha}, \bigcap_{\alpha \in J} M''_{A_\alpha}, N_a (a \in M_A), \overline{\mathcal{F}}_A, \overline{\mathcal{M}}_A \}$$

Из определения непосредственно вытекает:

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 7. Объединение любого числа открытых подсистем открытой системы A снова есть открытая подсистема.

Можно определить аналогичную операцию для открытых подсистем замкнутой системы. Пусть $B = \{M_B, N_b (b \in M_B), \mathcal{F}_B, \mathcal{M}_B\}$ замкнутая система, $B_\alpha = \{M'_{B_\alpha}, M''_{B_\alpha}, N_b (b \in M_B), \mathcal{F}_B, \mathcal{M}_B\}$ - открытые подсистемы системы B , $\alpha \in J$.

Под объединением открытых подсистем:

$$B_\alpha = \{M'_{B_\alpha}, M''_{B_\alpha}, N_b (b \in M_B), \mathcal{F}_B, \mathcal{M}_B\}$$

мы понимаем подсистему:

$$\cup B_{\alpha} = \{ \cup_{\alpha \in J} M'_{B_{\alpha}}, \cap_{\alpha \in J} M''_{B_{\alpha}}, N_{\alpha} (\alpha \in M_B), \overline{F}_B, \overline{\mathcal{K}}_B \}$$

Из этого определения и предложения 7 сразу следует
 ПРЕДЛОЖЕНИЕ 8. Объединение любого числа открытых подсистем открытой или замкнутой системы A снова является открытой подсистемой.

Под пересечением открытых подсистем

$$A_{\alpha} = \{ M'_{A_{\alpha}}, M''_{A_{\alpha}}, N_{\alpha} (\alpha \in M_A), \overline{F}_A, \overline{\mathcal{K}}_A \} (\alpha \in J),$$

открытой системы A мы понимаем подсистему:

$$\cap A_{\alpha} = \{ \cap_{\alpha \in J} M'_{A_{\alpha}}, \cup_{\alpha \in J} M''_{A_{\alpha}}, N_{\alpha} (\alpha \in M_A), \overline{F}_A, \overline{\mathcal{K}}_A \}$$

Под пересечением открытых подсистем

$$B_{\alpha} = \{ M'_{B_{\alpha}}, M''_{B_{\alpha}}, N_{\alpha} (\alpha \in M_B), \overline{F}_B, \overline{\mathcal{K}}_B \}$$

замкнутой системы B мы понимаем подсистему:

$$\cap B_{\alpha} = \{ \cap_{\alpha \in J} M'_{B_{\alpha}}, \cup_{\alpha \in J} M''_{B_{\alpha}}, N_{\alpha} (\alpha \in M_B), \overline{F}_B, \overline{\mathcal{K}}_B \}.$$

Из последних двух определений следует:

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 9. Пересечение любого числа открытых подсистем открытой или замкнутой системы B снова является открытой подсистемой.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 10. Если B, C, D - открытые подсистемы открытой или замкнутой системы A , то справедливы следующие соотношения, которые легко проверяются:

1. $B \cap B = B, B \cup B = B;$
2. $B \cap C = C \cap B, B \cup C = C \cup B;$
3. $B \cap (C \cap D) = (B \cap C) \cap D, B \cup (C \cup D) = (B \cup C) \cup D;$
4. $B \cap (C \cup D) = (B \cap C) \cup (B \cap D).$

Из предложения 10 вытекает, что совокупность всех открытых подсистем \mathcal{K}_A системы A /открытой или замкнутой/ образует структуру относительно операций объединения и пересечения подсистем /определение структуры см. в [41] стр.36/. Подструктуру структуры \mathcal{K}_A мы будем называть

открытой иерархией системы A

Мы скажем, что семейство открытых подсистем $\{A_\alpha\}_{\alpha \in J}$ системы A есть покрытие системы A , если $\bigcup_{\alpha \in J} A_\alpha = M_A$. Если $\{A_\alpha\}_{\alpha \in J}$ и $\{B_\beta\}_{\beta \in K}$ - покрытия системы A , то мы скажем про второе из этих покрытий, что оно более мелкое, чем первое, или тоньше первого, а про первое из этих покрытий, что оно более крупное, чем второе, или грубее второго, если для всякого $\beta \in K$ существует такое $\alpha \in J$, что $A_\alpha \supset B_\beta$.

Если π_1, π_2, π_3 - три покрытия открытыми подсистемами системы A , такие, что π_2 мельче π_1 , а π_3 мельче π_2 , то ясно, что π_3 мельче π_1 .

Пусть $\{A_\alpha\}_{\alpha \in J}$ - покрытие открытыми подсистемами системы A ; если J' - часть множества J , такая, что $\{A_\alpha\}_{\alpha \in J'}$ также есть покрытие для A , то это покрытие, очевидно, мельче, чем $\{A_\alpha\}_{\alpha \in J}$.

ТЕОРЕМА 2. Каковы бы ни были два покрытия $\{A_\alpha\}_{\alpha \in J}$ и $\{B_\beta\}_{\beta \in K}$ открытыми подсистемами системы A (открытой или замкнутой), всегда найдется покрытие системы A тоньше каждого из данных.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. Предположим для определенности, что A - замкнутая система. Покажем, что семейство открытых подсистем $\{A_\alpha \cap B_\beta\}_{\alpha \in J, \beta \in K}$ также является покрытием для A . В самом деле, если $x \in M_A$, то существует такие индексы $\alpha \in J$ и $\beta \in K$, что $x \in A_\alpha, x \in B_\beta$, откуда $x \in A_\alpha \cap B_\beta$. Кроме того, ясно, что покрытие $\{A_\alpha \cap B_\beta\}_{\alpha \in J, \beta \in K}$ мельче каждого из покрытий $\{A_\alpha\}_{\alpha \in J}, \{B_\beta\}_{\beta \in K}$.

Теорема доказана.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ II. Если покрытие $\{C_\gamma\}_{\gamma \in L}$ открытыми подсистемами произвольной системы A более мелкое, чем каждое из покрытий $\{A_\alpha\}_{\alpha \in J}$ и $\{B_\beta\}_{\beta \in K}$, то оно мельче покрытия $\{A_\alpha \cap B_\beta\}_{\alpha \in J, \beta \in K}$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. Если $\gamma \in L$, то существуют такие индексы $\alpha \in J$ и $\beta \in K$, что $C_\gamma \subset A_\alpha$ и $C_\gamma \subset B_\beta$, откуда $C_\gamma \subset A_\alpha \cap B_\beta$, а это доказывает, что покрытие $\{C_\gamma\}_{\gamma \in L}$

мельче покрытия $\{A_\alpha \cap B_\beta\}_{\alpha \in J, \beta \in K}$.

Мы скажем, что две открытые подсистемы B и C системы A не пересекаются /или не имеют общих элементов/, если $M'_B \cap M'_C = \emptyset$, в противном случае скажем, что B и C пересекаются. Пусть $\{A_\alpha\}_{\alpha \in J}$ - семейство открытых подсистем системы A ; мы скажем, что подсистемы этого семейства взаимно не пересекаются, если условия $\alpha \in J, \alpha_i \in J, \alpha_i \neq \alpha$ влекут $A_\alpha \cap A_{\alpha_i} = \emptyset$.

Разбиением системы называется семейство непустых и попарно непересекающихся открытых подсистем системы, являющееся покрытием системы.

п.5. В этом пункте мы будем изучать действия над замкнутыми подсистемами. Пусть нам дана замкнутая система:

$$B = \{M_B, N_\beta (\beta \in M_B), F_B, \mathcal{M}_B\}.$$

Под объединением семейства замкнутых подсистем системы B :

$$B_\alpha = \{M_{B_\alpha}, N_\beta (\beta \in M_{B_\alpha}), F_{B_\alpha}, \mathcal{M}_{B_\alpha}\} (\alpha \in J),$$

где $M_{B_\alpha} \subset M_B, F_{B_\alpha}$ - проекция F_B в $\prod_{\beta \in M_{B_\alpha}} N_\beta$, \mathcal{M}_{B_α} - проекция семейства \mathcal{M}_B в $\prod_{\beta \in M_{B_\alpha}} N_\beta$, мы будем понимать замкнутую подсистему:

$$D = \bigcup_{\alpha \in J} B_\alpha = \{UM_{B_\alpha}, N_\beta (\beta \in UM_{B_\alpha}), F_D, \mathcal{M}_D\},$$

где F_D - проекция семейства F_B в $\prod_{\beta \in M_D} N_\beta$, \mathcal{M}_D - проекция семейства \mathcal{M}_B в $\prod_{\beta \in M_D} N_\beta$.

Под пересечением семейства замкнутых подсистем системы B :

$$B_\alpha = \{M_{B_\alpha}, N_\alpha (\alpha \in M_{B_\alpha}), F_{B_\alpha}, \mathcal{M}_{B_\alpha}\} (\alpha \in J),$$

где $M_{B_\alpha} \subset M_B, F_{B_\alpha}$ - проекция семейства F_B в $\prod_{\alpha \in M_{B_\alpha}} N_\alpha$, \mathcal{M}_{B_α} - проекция семейства \mathcal{M}_B в $\prod_{\alpha \in M_{B_\alpha}} N_\alpha$, мы будем понимать замкнутую подсистему:

$$C = \bigcap_{\alpha \in J} B_\alpha = \{ \bigcap_{\alpha \in J} M_{B_\alpha} = M_C, N_\alpha (\alpha \in M_C), F_C, \mathcal{M}_C \},$$

где F_C - проекция семейства F_B в $\prod_{\alpha \in M_C} N_\alpha$, \mathcal{M}_C - проекция семейства \mathcal{M}_B в $\prod_{\alpha \in M_C} N_\alpha$.

Так как замкнутая подсистема открытой системы A является одновременно замкнутой подсистемой замыкания \bar{A} системы A , то объединение и пересечение семейства замкнутых подсистем открытой системы A определяется аналогично.

Если $A = \{M_A', M_A'', N_\alpha (\alpha \in M_A), \mathcal{F}_A, \mathcal{M}_A\}$ - открытая система, то под объединением семейства замкнутых подсистем B_α системы A :

$$B_\alpha = \{M_{B_\alpha}, N_\alpha (\alpha \in M_{B_\alpha}), \mathcal{F}_{B_\alpha}, \mathcal{M}_{B_\alpha}\} (\alpha \in J),$$

где $M_{B_\alpha} \subset M_A'$, \mathcal{F}_{B_α} - проекция семейства \mathcal{F}_A в ПН_{B_α} , \mathcal{M}_{B_α} - проекция семейства \mathcal{M}_A в ПН_{B_α} , мы будем понимать замкнутую подсистему

$$D = \bigcup_{\alpha \in J} B_\alpha = \{M_D = \bigcup M_{B_\alpha}, N_\alpha (\alpha \in M_D), \mathcal{F}_D, \mathcal{M}_D\},$$

где \mathcal{F}_D - проекция семейства \mathcal{F}_A в ПН_D , \mathcal{M}_D - проекция семейства \mathcal{M}_A в ПН_D .

Под пересечением семейства замкнутых подсистем системы A :

$$B_\alpha = \{M_{B_\alpha}, N_\alpha (\alpha \in M_{B_\alpha}), \mathcal{F}_{B_\alpha}, \mathcal{M}_{B_\alpha}\} (\alpha \in J),$$

где $M_{B_\alpha} \subset M_A$, \mathcal{F}_{B_α} - проекция семейства \mathcal{F}_A в ПН_{B_α} , \mathcal{M}_{B_α} - проекция семейства \mathcal{M}_A в ПН_{B_α} , мы будем понимать замкнутую подсистему:

$$C = \{\bigcap M_{B_\alpha} = M_C, N_\alpha (\alpha \in M_C), \mathcal{F}_C, \mathcal{M}_C\},$$

где \mathcal{F}_C - проекция семейства \mathcal{F}_A в ПН_C , \mathcal{M}_C - проекция семейства \mathcal{M}_A в ПН_C .

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 12. Если B, C, D - замкнутые подсистемы открытой или замкнутой системы A , то справедливы следующие соотношения, которые легко проверяются:

$$B \cap B = B, B \cup B = B;$$

$$B \cap C = C \cap B, B \cup C = C \cup B;$$

$$B \cap (C \cap D) = (B \cap C) \cap D, B \cup (C \cup D) = (B \cup C) \cup D;$$

$$B \cap (C \cup D) = (B \cap C) \cup (B \cap D).$$

Таким образом, совокупность всех замкнутых подсистем системы A относительно операций объединения и пересечения образует структуру. Подструктуру этой структуры мы назовем **в а м к н у т о й и е р а р х и е й**.

Аналогично тому, как мы это делали в п.4 мы можем извучать покрытие системы замкнутыми подсистемами.

§5. ГРАНИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ.

В этом параграфе мы дадим формализованное определение граничного элемента, входа и выхода системы. Очевидно, что только для открытых систем.

Пусть нам дана открытая система:

$$A = \{M'_A, M''_A, N_\alpha (\alpha \in M_A), F_A, \mathcal{H}_A\},$$

причем $\mathcal{H}_A = \{f_{T_\alpha, V_\alpha}, \alpha \in J\}$. Введем следующие обозначения:

$$\begin{aligned} \text{а/ } f_{T, V} \in \mathcal{H}'_A & \text{ тогда и только тогда, когда} \\ \text{б/ } \mathcal{H}'_A & = (U(T_\alpha \cup V_\alpha)) \cap M'_A, \end{aligned}$$

где $f_{T_\alpha, V_\alpha} \in \{f_{T_\alpha, V_\alpha}, \alpha \in J\} = \mathcal{H}'_A$.

Каждый элемент из множества \mathcal{H}'_A естественно назвать **г р а н и ч н ы м э л е м е н т о м** системы A , ибо он тем или иным способом взаимодействует с внешней средой /т.е. с элементами из M''_A /. Множество \mathcal{H}'_A назовем множеством граничных элементов системы A .

Теперь попытаемся абстрактным образом охарактеризовать понятие входа системы. Обычно входом системы называют элемент системы, на который воздействует внешняя среда. Из этого определения, прежде всего, вытекает, что если элемент $\alpha \in M'_A$ является входом системы A , то $\alpha \in \mathcal{H}'_A$. Кроме того, на элемент α воздействует внешняя среда. Это значит, что найдется такая функция $f_{T, V} \in \mathcal{H}'_A$, что

- 1/ $T \in M''_A, V \in M'_A$;
- 2/ $\alpha \in V$.

Эта функция $f_{T, V}$ описывает воздействия внешней среды ($T \subset M_A''$) на элементы системы ($V \subset M_A'$), среди которых есть и элемент a . В общем случае, функция $f_{T, V}$ может быть неединственной функцией, обладающей свойствами 1/, 2/.

Элемент $a \in X_A$, для которого существует функция $f_{T, V} \in M_A'$ со свойствами 1/, 2/, в общем случае необязательно является входом системы, ибо может существовать или функция $f'_{T', V'} \in M_A'$, что $a \in T'$ или функция $f''_{T', V'} \in M_A'$, что $a \in V''$, $T' \cap M_A' = \{\emptyset\}$. Существование функций $f'_{T', V'}$, $f''_{T', V''}$ означает, что элемент a является просто граничным элементом, который взаимодействует с внешней средой.

Таким образом, мы приходим к следующему определению:

Входом системы A называется элемент $a \in X_A$, для которого существует функция $f_{T, V} \in M_A'$, что

- 1/ $T \subset M_A''$, $V \subset M_A'$;
- 2/ $a \in V$,

причем в M_A' не найдется функции $f'_{T', V'}$, удовлетворяющей хотя бы одному из следующих требований:

- 1/ $a \in T'$;
- 2/ $a \in V'$, $T' \cap M_A' \neq \{\emptyset\}$.

Множество всех входов системы A мы обозначим через X_A .

Аналогично определяется понятие выхода системы.

Выходом системы A называется элемент $b \in X_A$, для которого существует функция $f_{T, V} \in M_A'$, что

- 1/ $T \subset M_A'$, $V \subset M_A''$;
- 2/ $b \in T$,

причем в M_A'' не найдется функции $f'_{T', V'}$, удовлетворяющей хотя бы одному из следующих требований:

$$1/v \in V;$$

$$2/v \in T, V \cap M_1 \neq \{\emptyset\}.$$

Множество всех выходов системы A мы обозначим через W_A .

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Л. фон Берталанфи, Общая теория систем-критический обзор. Сб. "Исследования по общей теории систем", М., "Прогресс", 1969, 23-82.
- 2 Л. фон Берталанфи, Общая теория систем-обзор проблем и результатов. Системные исследования. Ежегодник, М., "Прогресс", 1969, 30-54.
- 3 Месарович М. Основания общей теории систем. Сб. "Общая теория систем", М., 1966, 15-48.
- 4 Уемов А.И. Логический анализ системного подхода к объектам и его место среди других методов исследований. Сб. "Исследования по общей теории систем", М., "Прогресс", 1969, 80-96.
- 5 Костик В.Н. Теория систем как теория отношений. Сб. "Исследования по общей теории систем", М., "Прогресс", 1969, 97-103.
- 6 Холл А.Д., Фейджиан Р.Б. Определение понятия системы. Сб. "Исследования по общей теории систем", М., "Прогресс", 1969, 252-282.
- 7 Клар И. Абстрактное определение системы как методологическое средство. Сб. "Исследования по общей теории систем", М., "Прогресс", 1969, 287-319.
- 8 Левич Г.В., Левич Е.М. Абстрактное определение понятия системы. Сб. "Моделирование экономических процессов", Изд. МГУ, 1971, 473-491.
- 9 Ойтнер С.И. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М., "Сов. Радио", 1969.
- 10 Квейд Э. Анализ сложных систем. М., "Сов. Радио", 1969.

- 11 Курош А.Г. Лекции по общей алгебре. М., 1962.
12 Калман Р., Фалб Ц., Арбиб М. Очерки по математ.
теории систем. Изд-во "Мир", 1971.

2к

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АСУП

О.М. Гельфер

Автоматизация производства как форма проявления научно-технического прогресса приводит к увеличению концентрации и специализации производства, масштабов, интенсивности и сложности технических процессов, учащению и умножению хозяйственных связей. Это обуславливает рост сложности и целостности экономической системы, а, следовательно, и управления ею: увеличиваются необходимые объёмы и повышаются требования к быстроте действия переработки информации, рационализация экономических решений, к их точности и своевременности. Однако до настоящего времени сохраняется значительный разрыв в росте уровней производительности труда в сфере материального производства и в сфере управления. Возникает задача ликвидации этого несоответствия. Одним из путей её решения является создание и внедрение автоматизированных систем управления /АСУ/. Первичным звеном при этом является автоматизированная система управления предприятием /АСУП/, которая "представляет совокупность методов, технических средств и человеческих коллективов, обеспечивающих наиболее эффективное выполнение функций управления предприятием на основе экономико-математических методов и средств обработки данных, включающих в себя вычислительную технику; средства сбора, передачи и хранения информации" [5].

Решение задачи неуклонного совершенствования системы планирования и управления народным хозяйством — указывается в материалах XXIV съезда КПСС — должно осуществляться на основе широкого применения экономико-математических методов и использования средств вычислительной техники.

В настоящее время АСУП проектируется на Рижском ордена Ленина электромашиностроительном заводе (РЭЗ). АСУП — это чело-

веко-машинная система. Важнейшей задачей при построении такой системы является правильное распределение функций между её элементами. В АСУП завода РЭЗ предусматривается машинная обработка и анализ данных, а принятие решений остаётся за человеком. ЭВМ подготавливает варианты решений, направленных на урегулирование определённых производственных ситуаций, и данные, необходимые для принятия решений, а человек, используя необходимую информацию, получаемую от ЭВМ, и опираясь на свой опыт и знания, принимает определённые решения.

В настоящее время недостатки в работе заводских служб управления в значительной степени обуславливаются недостатками в содержании получаемых данных, среди которых особенно характерными являются следующие: наличие вообще неиспользуемых данных, дублирование показателей, полное отсутствие ряда необходимых показателей или запаздывание их поступления к работникам управления.

Например, сведения о сверхплановых потерях материалов в производстве поступают в ОТС лишь в начале следующего месяца, причём некоторые данные о потерях вообще не сообщаются, так как в цехах их просто относят на незавершённое производство и в последующем списывают на себестоимость выпускаемой продукции. Нередки запаздывания сведений об изменениях планов производства и норм расхода материалов, что снижает точность и оперативность принимаемых решений и влияет на общие результаты хозяйственной деятельности предприятия. В связи с этим деятельность работников управления нередко направлена на ликвидацию всевозможных отклонений в ходе снабжения предприятия материальными ресурсами вместо своевременного принятия решений по недопущению подобных ситуаций.

В данной статье на примере управления материально-техническим снабжением рассматриваются некоторые аспекты возможного совершенствования данных, поступающих к работникам оперативного управления в условиях функционирования АСУП.

В первой части статьи рассматривается вариант выявления дефицитных материалов путём формирования массива "Состояние обеспеченности материалами". Во второй части статьи рассматривается вариант упорядочения материалов по степени их де-

фицитности.

Выбор в качестве объекта обследования потоков данных, характеризующих материально-техническое снабжение, обусловлен значением деятельности служб снабжения для обеспечения своевременности и ритмичности выполнения плана производства по объёму и ассортименту выпускаемой продукции.

Автор благодарен И. В. Сургучёву, Р. В. Сомсу, Е. М. Левичу, принявшим участие в обсуждении статьи и высказавшим ряд ценных замечаний.

Выявление дефицитных материалов

При рассмотрении функций оперативного управления в подсистеме материально-технического снабжения завода РЭЗ особое внимание уделяется деятельности работников оперативных секторов, связанной с дефицитными материалами. Это в значительной степени объясняется многообразным характером производства: от мелкосерийного до массового, что намного усложняет процессы планирования и учёта материальных ресурсов и приводит к усложнению соответствующих информационных потоков, что снижает скорость реакции на возмущения, возникающие в ходе поставок и использования материалов. Обследование существующих потоков данных в подсистеме материально-технического снабжения показало, что задержка принятия решения работниками оперативных секторов нередко объясняется тем, что при выполнении своих функций по дефицитным материалам они вынуждены оперировать большими объёмами информации и анализировать все позиции материальных ресурсов, хотя достаточной является информация о состоянии тех позиций, которые требуют оперативного вмешательства. Процесс отбора нужных данных занимает значительную часть времени у работников управления. Таким образом, первым шагом по улучшению информационных потоков может быть ограничение объёмов данных, поступающих к работнику для принятия оперативных решений по определённым задачам. Однако такое ограничение может быть реализовано лишь при наличии ЭВМ, так как в противном случае оно потребует трудоёмкой предварительной обработки.

Решение вопроса ограничения потоков информации, поступающих в сферу оперативного управления для решения задач, возникающих в связи с наличием дефицитных позиций, связано с тем, что весь анализ наличия дефицитных материальных ресурсов на предприятии будет осуществляться в ЭВМ. К работникам оперативного управления будут поступать уже готовые сведения о дефицитных материалах. Задача выявления дефицитных материалов решается следующим образом: в ЭВМ организуется специальный массив "Состояние обеспеченности материалами", данные которого будут характеризовать с одной стороны потребность в материальных ресурсах, а с другой – обеспеченность её.

Структура этого массива представлена на рис. I.

Рис. I

Массив "Состояние обеспеченности материалами"

Реквизиты массива
Шифр материальных затрат
Шифр единицы измерения
Дата
Потребность в материале
Обеспеченность материалом

Этот массив упорядочивается по шифрам материальных затрат, а внутри этих групп – по датам.

Исходная плановая потребность в материале может быть рассчитана на основе плана производства и норм расхода материала на изделия с опережением /с учётом времени опережения по технологическому процессу, по доставке материала на предприятие и его подготовке к использованию/.

Первоначальная обеспеченность будет складываться из наличного материала на складе и в цехах. Отклонения в выполнении плановых заданий должны корректировать потребность в материале на последующие дни /на основе данных о фактическом выполнении плана и нормах расхода материала/. Обеспеченность производства материалами будет зависеть от выполнения плана поставок и от количества брака в производстве, который сокращает обеспеченность. При вводе информации с рабочих нарядов, накладных, а также документов, характеризующих поставку материала /предварительные приходные ордера, приходные ордера, счета/, в ЭВМ все необходимые сведения фиксируются в позициях рассматриваемого массива.

При достижении определённого состояния несоответствия между потребностью и обеспеченностью, данные будут поступать на печать и затем к соответствующим работникам управления. Выдача информации из ЭВМ в ОТС будет автоматически производиться при фиксации превышения потребностей производства в данном материале над его обеспеченностью. Ежедневно информация о вновь возникающих дефицитных материалах будет поступать к соответствующим работникам управления снабжением. Формирование массива "Состояние обеспеченности материалами" представлено на рис. 2.

Определение значимости дефицитных материалов

Результаты исследования работы ОТС показывают, что число дефицитных позиций по группам материалов колеблется от 30 до 90 в месяц. Для правильной организации деятельности работников, занятых в снабжении, необходимо установить объективную последовательность проведения работ по этим материалам. В настоящее время выбор первоочередных позиций определяется в основном субъективным подходом соответствующих работников ОТС и указаниями работников вышестоящих подразделений или служб. В деятельности отдельных служб и подразделений завода наблюдается стремление удовлетворять в первую очередь свои потребности, то есть исходить из своих интересов, а не из интересов всего пред-

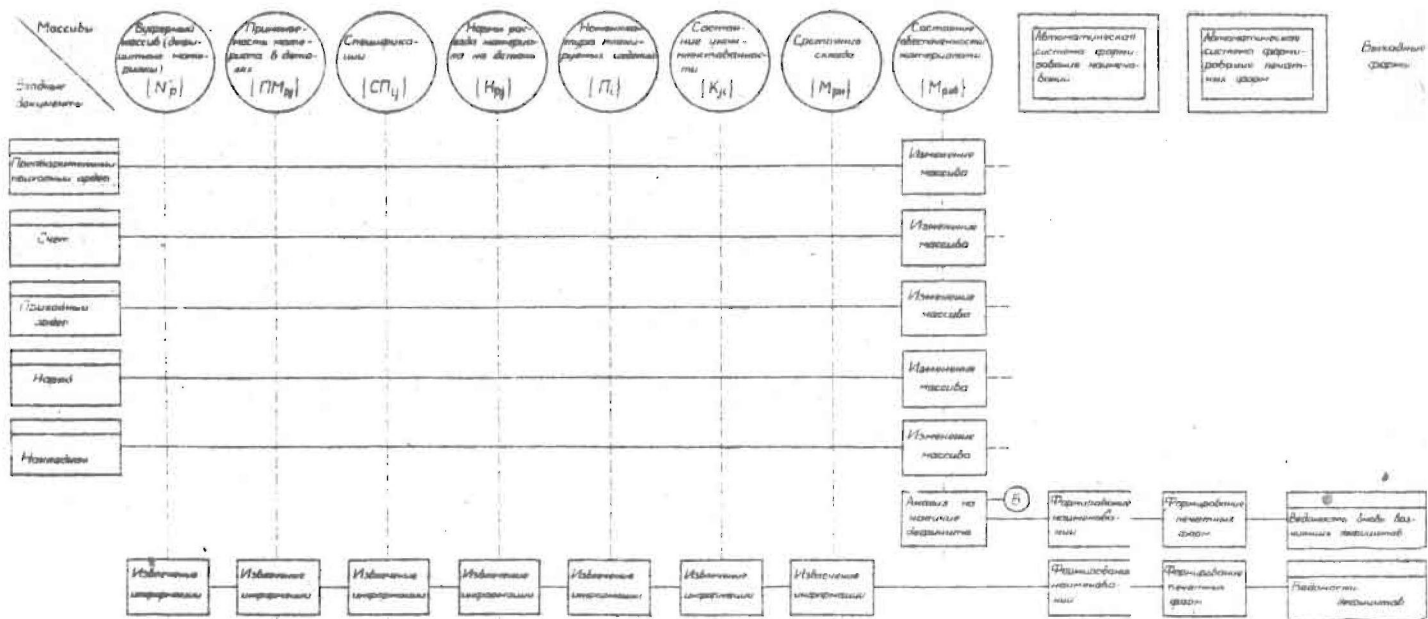


Рис 2 Схема последовательного обращения к массивам информации

прияття в целом, что не всегда положительно сказывается на результатах деятельности предприятия и вступает в противоречие с общей целью его деятельности.

Первоочередными позициями в группе дефицитных материалов должны считаться те, которые в рассматриваемый момент являются наиболее значимыми для всего предприятия. Значимость материалов должна подчинять очередность проведения работ по ним целевой функции деятельности предприятия. Практически в качестве цели деятельности предприятия признаётся получение максимальной расчётной прибыли. Под расчётной прибылью понимается прибыль, очищенная от влияния факторов, не зависящих от производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Именно максимизация расчётной прибыли выступает критерием деятельности предприятия /при ограничениях, которыми являются все технико-экономические показатели, утверждённые вышестоящими органами, и фактическое состояние предприятия/. /Такой точки зрения придерживается, например, академик Н.П.Федоренко [8]/.

Стремление предприятия к получению сверхплановой прибыли является оправданным лишь в случае выполнения всех директивных показателей.

Чтобы подчинить деятельность ОТС основному критерию деятельности предприятия, необходимо, чтобы работники оперативных секторов обеспечивали получение максимальной прибыли при ограничениях по плановому и фактическому состоянию материальных ресурсов и по возможностям его регулирования. Однако составление соответствующей модели весьма затруднительно. Поэтому для решения задачи определения значимости дефицитных материалов предлагается разработать некоторые оценки, на основе которых будут ранжироваться дефицитные материалы.

Установление оценок значимости материала должно базироваться на определении размера прибыли, которую предприятие потеряет из-за возможного недовыпуска изделий в связи с нехваткой материала.

Рассмотрим исходные данные, необходимые для оценки значимости дефицитных материалов:

I. Массив дефицитных материалов $[N_p]$ образуется при анализе позиций массива "Состояние обеспеченности материалами".

организуется в виде буферного массива. Он характеризует фактическое наличие материала на предприятии, потребность в нём и недостающий объём. Упорядочивается по шифрам материалов.

2. Номера комплектов деталей, выпущенных для определённых видов изделий $[K_{ij}]$ - показывают, на какие изделия и в каком количестве предназначены комплекты j -той детали. Единицей измерения служит "комплект j -той детали", но его количественный состав для различных изделий неоднозначен. Данные упорядочиваются по шифрам изделий в массиве "Состояние укомплектованности".

3. Объём прибыли, получаемой при реализации i -того изделия $[П_i]$ /прибыль на единицу i -ого изделия/. Эти сведения заложены в массиве "Номенклатура планируемых изделий".

Введём показатель величины прибыли, получаемой предприятием при реализации такого количества i -тых изделий, на производство которых требуется единица p -го материала, то есть прибыль на единицу p -го материала в i -тых изделиях, и обозначим его через $Π_{pi}$. Тогда:

$$Π_{pi} = Π_i \times \frac{E_p}{H_{pi}}$$

где $Π_i$ - прибыль на единицу i -го изделия;

H_{pi} - норма расхода материала p на производство единицы i -го изделия;

E_p - единица измерения материала /соответствует единице измерения, принятой в норме расхода H_{pi} /.

Величина дроби $\frac{E_p}{H_{pi}}$ показывает количество i -тых изделий

/не обязательно целое число/, на производство которых требуется единица материала.

Прибыль на единицу материала в укомплектованных изделиях i -го вида постоянна. Если не рассматривать этот показатель

в некоторый текущий момент для различных /в зависимости от их укомплектованности деталями/ партий одного и того же вида изделия, то величина его будет различной. На рис. 3 представлен график зависимости прибыли, приходящейся на единицу p -го

материала, от укомплектованности i -тых изделий j -ыми деталями из p -го материала на $t_{\text{кал}}$.

Прибыль на единицу p -го материала в партиях i -го изделия будет зависеть от количества видов недостающих комплектов деталей и от норм расхода материала p на изготовление одного комплекта j -той детали для i -ого изделия:

$$N_{p/k_{ji}} / = N_{pj} * n_{ij}$$

где $N_{p/k_{ji}} /$ - норма расхода материала p на изготовление одного комплекта j -ой детали для i -го изделия;

N_{pj} - норма расхода материала p на изготовление j -ой детали;

n_{ij} - количество деталей j -го вида в комплекте этих деталей для i -ого изделия.

На рис. 3 норма расхода материала на комплект деталей показана на оси $/K_{i0}/$, $/N_{p/k_{ji}} /$ - обозначено через $M_j /$. Тогда заштрихованные квадраты будут характеризовать общую потребность в материале на изготовление комплектов деталей для полного обеспечения соответствующих партий изделий. Комплект деталей $/K_{ji}/$ обеспечивает одно изделие i -ого вида, следовательно, если на $t_{\text{кал}} + t_{\text{оп}ij}$ должно быть запущено " n " изделий i -ого вида, то на $t_{\text{кал}}$ должно быть запущено " n " комплектов деталей j -ого вида /примем, что $t_{\text{оп}ij}$ для всех j одинаково/.

Из рисунка 3 видно, что всеми деталями обеспечен запуск лишь $/k_0 - k_n/$ изделий, а для запуска остальных изделий необходимо обеспечить их определённым количеством комплектов деталей.

Совокупная норма расхода материала на единицу изделия данной партии /для его укомплектования j -ыми деталями/ будет равна:

$$N_{pi}/k_0 - k_n/ = \sum_{j \in /k_0 - k_n/} N_{p/k_{ji}} /$$

где $j \in /k_0 - k_n/$ показывает, что суммируются лишь нормы расхода p -го материала на комплекты тех деталей, которыми не укомплектована данная партия.

Тогда прибыль, приходящаяся на единицу p -го материала в различных партиях i -ого изделия на t кал, можно определить по формуле:

$$\Pi_{pi} / \kappa_0^n - \kappa_H^{\omega} / = \Pi_i \times \frac{E_p}{H_{pi} / \kappa_0^n - \kappa_H^{\omega} /} ;$$

Размер прибыли на готовое изделие является постоянным, поэтому прибыль, приходящаяся на единицу материала, будет обратно пропорциональна совокупной норме расхода материала на изготовление дополнительных комплектов деталей для обеспечения i -го изделия партии.

График прибыли на рис. 3 показывает, что эта прибыль тем больше, чем меньше норма расхода материала на недостающие комплекты деталей.

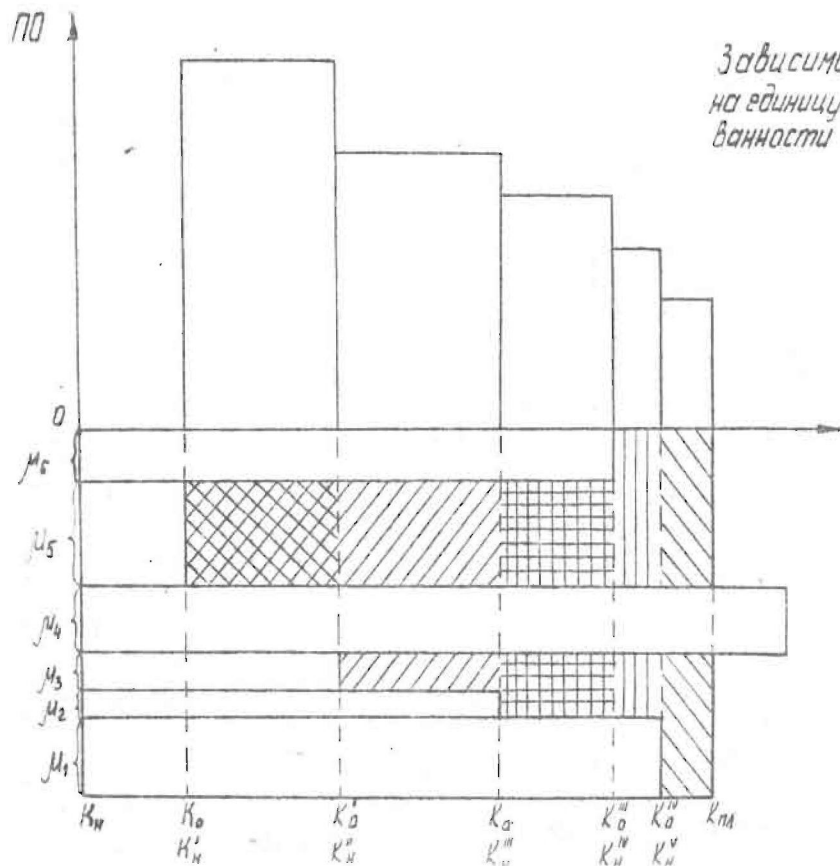
Следует отметить, что прибыль, приходящаяся на единицу материала p партии $\kappa_0^n - \kappa_H^{\omega} /$, может быть условно принята на t кал за бесконечно большую величину, так как изделие может быть произведено без всяких текущих затрат этого материала. В то же время, прибыль на единицу дефицитного материала в сверхплановых изделиях должна быть принята за 0, так как интересами предприятия диктуется первоочередный выпуск продукции в плановом размере с обеспечением номенклатуры.

Графики прибыли на единицу материала могут быть построены на t кал по всем видам изделий, использующим детали из данного материала p . Прибыль на единицу материала p в партиях различных изделий прямо зависит от размера прибыли, приходящейся на единицу изделий.

Анализ графиков прибыли, приходящейся на единицу материала p , построенных по партиям различных изделий, позволит **определить** последовательность насыщения партий изделий дефицитным материалом. Насыщение должно производиться в порядке убывания величины прибыли. Имея данные о наличии дефицитного материала на предприятии, можно определить, сколько партий и по каким изделиям будут удовлетворены наличным материалом /в порядке убывания величины прибыли, приходящейся на единицу материала p /, а по остальным партиям изделий будет наблюдаться де-

Рисунок 3

Зависимость прибыли, приходящейся на единицу материала p , от укомплектованности i -тых изделий.



фицит материала p и как следствие - их недовыпуск /рис.4/. Рисунок 4 характеризует насыщение p -тым материалом изделий I, II и III вида в зависимости от величины прибыли на единицу материала p в партиях этих изделий. Стрелки показывают последовательность насыщения партий изделий материалом p . Партии изделий, величины прибыли на единицу материала в которых находятся в пределах от $ПО_{p_{min}}$ до $ПО_{p_{max}}$, будут насыщены материалом p до их полного укомплектования, а для партий изделий, в которых величины прибыли находятся в пределах от 0 до $ПО_{p_{max}}$, материала не хватит, поэтому именно по ним образуется недовыпуск изделий и потеря прибыли. На основании данных об этих партиях изделий и о величинах прибыли на единицу материала p в каждой из них можно определить размер прибыли, потерянной в связи с нехваткой материала.

Такой анализ необходимо проводить по всей номенклатуре дефицитных материалов. В результате получится совокупность данных, характеризующих потери предприятия в связи с нехваткой каждого материала.

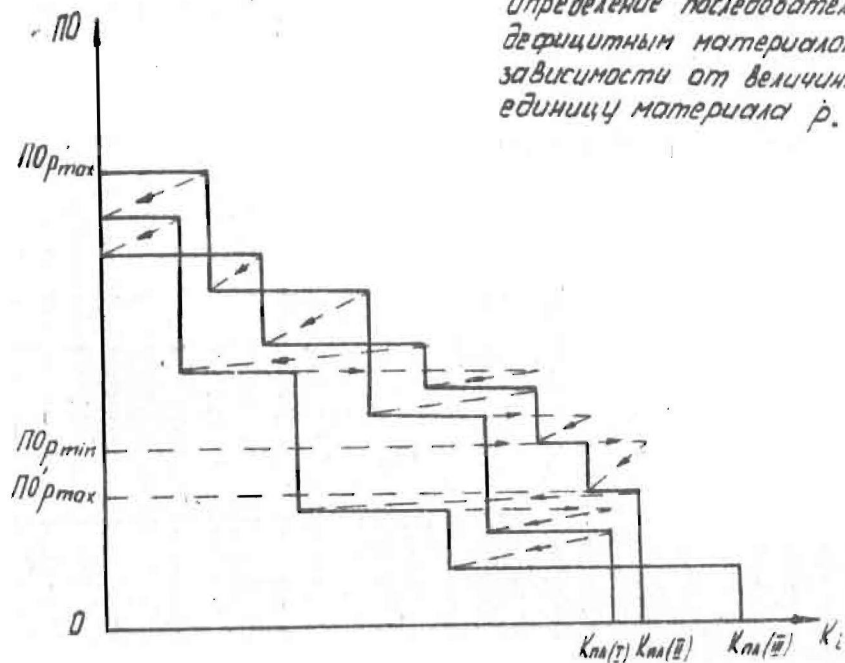
Заключительным этапом решения данной задачи является упорядочение этой совокупности в порядке убывания потерь прибыли предприятия. Материал, потери прибыли от нехватки которого получились наибольшими, должен считаться на $t_{кал}$ наиболее значимым.

Схема последовательного обращения к массивам информации при решении задачи ранжирования дефицитных материалов представлена на рис. 2. Ранжирование дефицитных позиций можно осуществлять лишь с запаздыванием на один день по отношению к моменту их выявления. Предполагается, что задача будет решаться один раз в 3 - 5 суток, и получаемые сведения будут дополнением к ведомости дефицитных материалов, формируемой ежедневно и учитывающей все вновь возникающие дефицитные материалы.

Алгоритм определения значимости дефицитных материалов представлен на блок-схеме I.

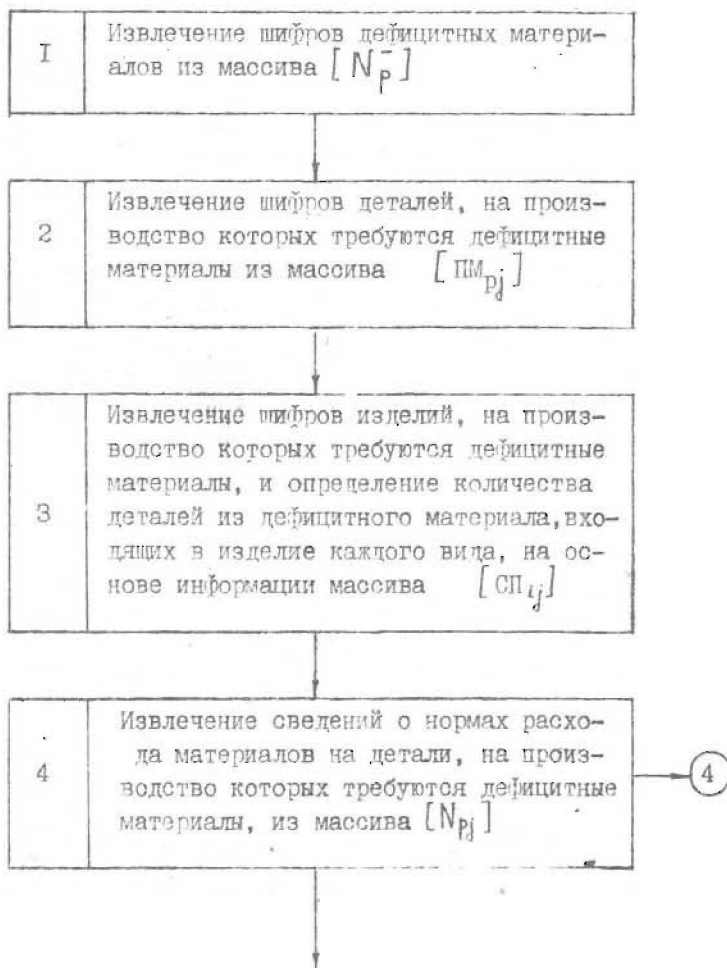
Рисунок 4

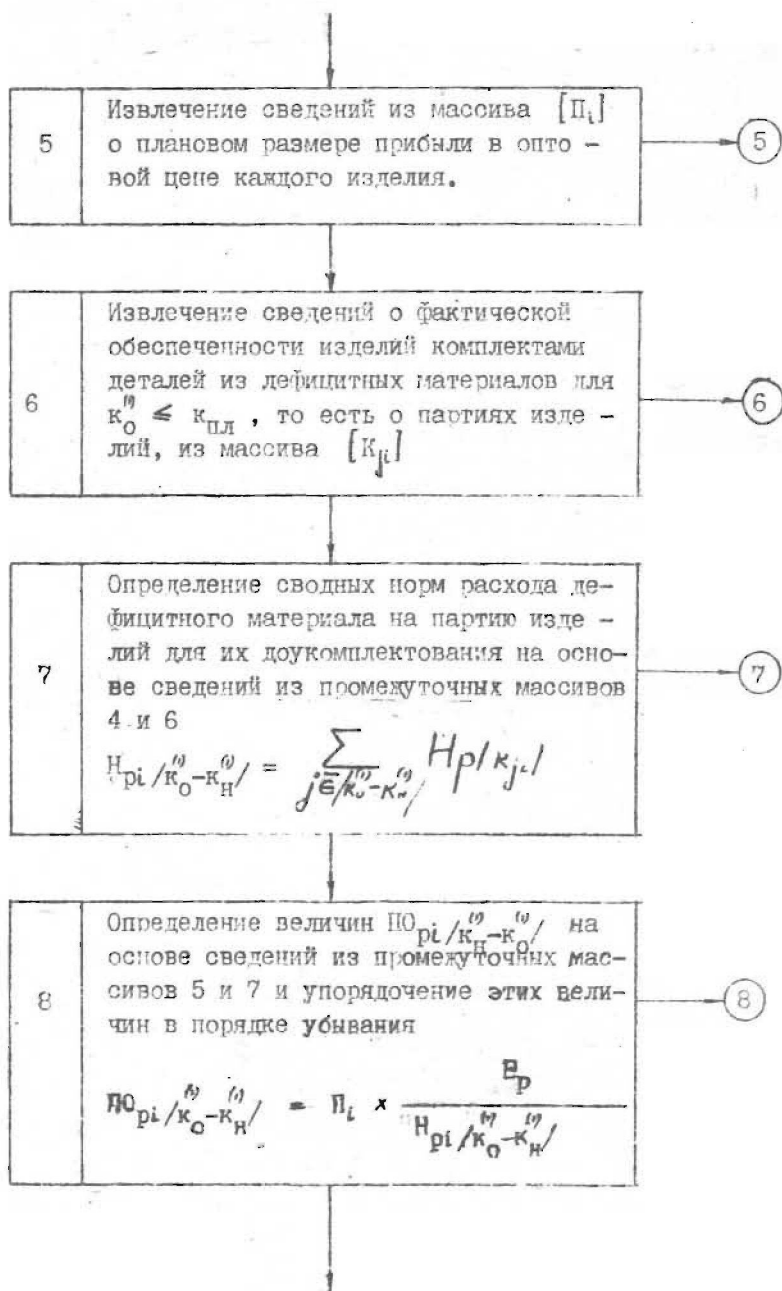
Определение последовательности насыщения дефицитным материалом ρ партий изделий в зависимости от величины отдачи прибыли на единицу материала ρ .

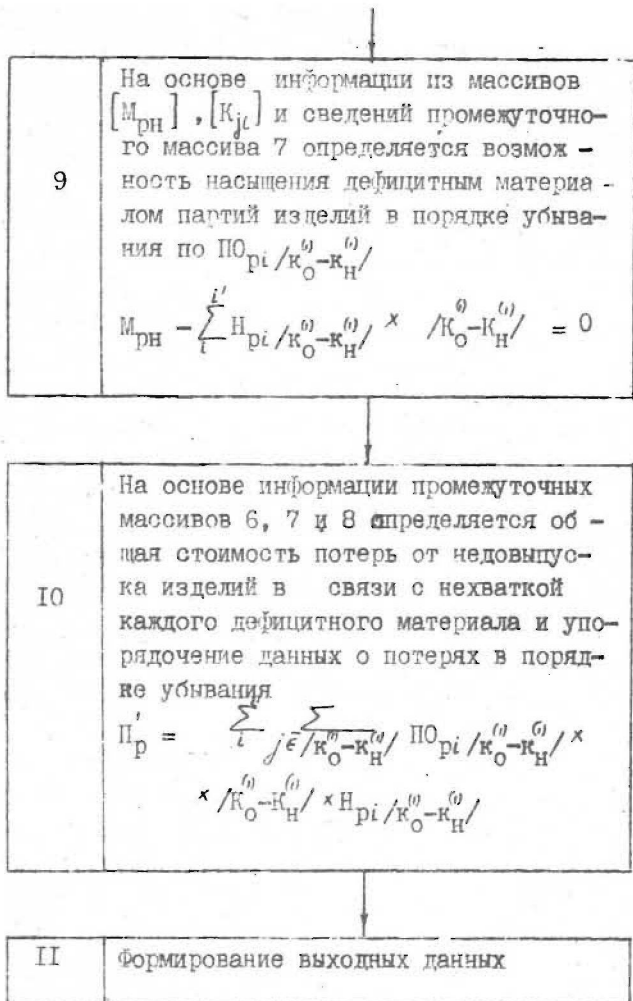


Блок-схема I.

Алгоритм определения значимости
дефицитных материалов







Ⓜ — промежуточный массив, организуется в процессе обращения к массивам информации, но его данные используются на последующих шагах решения задачи.

Однако использование данного алгоритма правомерно лишь в случае, когда для группы изделий имеется один вид дефицит-

ного материала.

Для обеспечения своевременного принятия решений работник отдела снабжения должен получать ряд дополнительных сведений, а именно: в табуляграмме должны быть указаны возможные поставщики недостающего материала с указанием времени, необходимого для доставки материала от поставщика на завод, особо должны указываться поставщики, не выполнившие условия договора. Эти сведения образуются при сравнении массива договоров и массива накладных.

В результате анализа информационных потоков в системе снабжения материальными ресурсами завода РЭЗ было установлено, что исходные для принятия оперативных решений данные не отвечают требованиям работников управления. Наряду с избыточностью наблюдается отсутствие необходимых данных, что приводит к запаздыванию принятия решений по конфликтной ситуации и отрицательно влияет на качество принимаемых решений.

Создание АСУП предусматривает уменьшение количества данных, поступающих к человеку, за счёт ограничения их только необходимой информацией, обеспечивающей принятие наиболее рациональных решений.

В работе представлен вариант ежедневного оперативного анализа обеспеченности производства материалами, отбора дефицитных материалов и алгоритм установления степени их дефицитности в соответствии с влиянием недостачи материалов на размер прибыли предприятия /с учётом плана выпуска изделий по номенклатуре/.

Это обеспечит повышение производительности труда управленческого персонала, повлечёт качество и оперативность принимаемых решений, а, следовательно, приведёт к улучшению функционирования подсистемы материально-технического снабжения и положительно отразится на общих результатах деятельности предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Директивы XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971 - 1975 годы. М., 1971.
2. Б е р г А.И., Ч е р н я к К. И. Информация и управление. М., 1966.
3. Д у м л е р С. А. Управление производством и кибернетика. М., 1969.
4. Исследование потоков экономической информации. Под ред. акад. Н. П. Ф е д о р е н к о, М., 1968.
5. Математика и кибернетика в экономике. /Словарь-справочник/. М., 1971.
6. М е й с т е р Д., Р а б и д о Дж. Инженерно - психологическая оценка при разработке систем управления. М., 1970.
7. Новое в теории и практике управления производством в США. М., 1971.
8. Прибыль в социалистической промышленности. Авторский коллектив под рук. проф. д-ра Е. З а й ф е р т а. М., 1970.
9. Ф е д о р е н к о Н. П. Хозяйственная реформа и некоторые проблемы оптимального управления социалистической экономикой. Ж. "Вопросы экономики", 1970, № 3, с. 55 - 65.

374
НИКИТИН В.П., ПИЧКИС В.О.

ГРАНИЧНЫЕ СВОЙСТВА КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАПАСОВ В ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СКЛАДСКОЙ СИСТЕМЕ ПИРАМИДАЛЬНОГО ТИПА

В В Е Д Е Н И Е

В [1] была сформулирована оптимальная стратегия размещения запасов в иерархической складской системе пирамидального типа и найдены пороговые уровни запасов с выводом функционалов минимума затрат для различных уровней системы снабжения.

Запасы по конкретному виду изделий могут создаваться на всех уровнях складирования. Они могут содержаться (рис.1) на Центральном складе (с оптимальными уровнями \hat{y}), на базисных складах (с оптимальными уровнями \hat{y}_1, \hat{y}_2) и на складах предприятий (с оптимальными уровнями \hat{y}_n, \hat{y}_{n-1}).

Задача, рассматриваемая в данной статье, состоит в экономической оценке целесообразности создания запасов по конкретному виду изделия в системе снабжения и в определении границ применимости модели.

Для решения этой задачи используем аналитические выражения для оптимальных параметров стратегии, полученные в [1]:

$$\hat{y}_j = \frac{\ln \frac{2S_j M_j}{P_c \lambda_j^2 Q_j^2 (1 + M_j / \lambda_j)}}{\ln \left(\frac{\lambda_j}{\lambda_j + M_j} \right)} \quad (1.1)$$

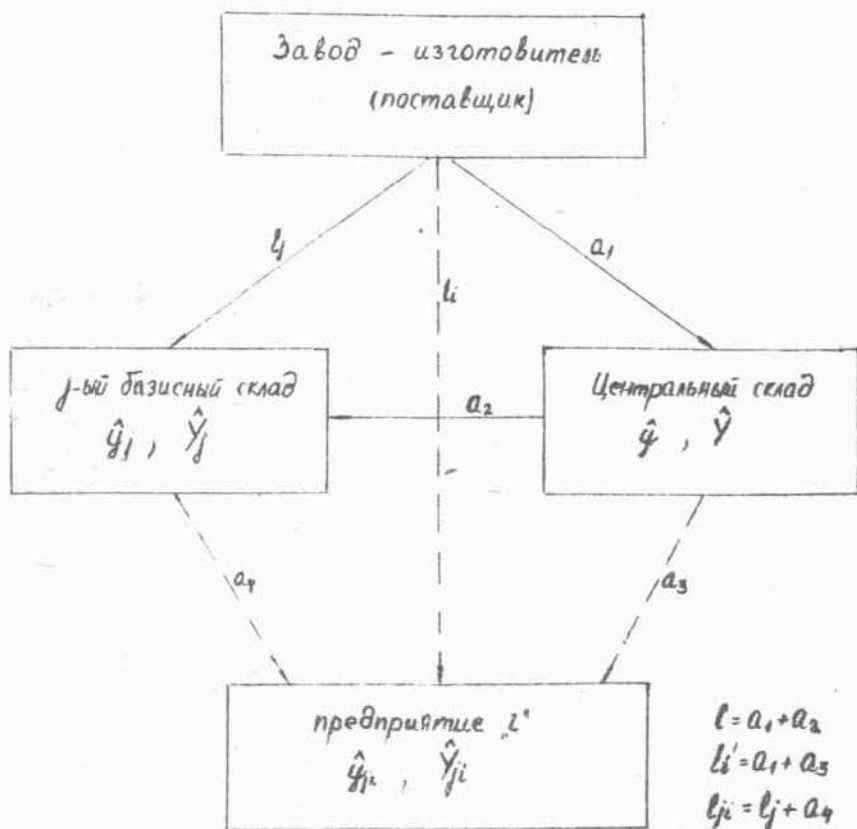


Рисунок I.

$$\hat{y}_j = \frac{2 - \ln \frac{2 S_j \lambda_j}{P_j \lambda_j^2 \ln^2(1 + M/\lambda_j)}}{\ln(1 + \frac{M}{\lambda_j})} \quad (I.2)$$

$$\hat{y}_j = \frac{\ln \frac{S_j + M \sqrt{S_j^2 + 2 S_j \lambda_j \ln^2(1 + M/\lambda_j)}}{P_j \lambda_j^2 \ln^2(1 + M/\lambda_j)}}{\ln(\frac{\lambda_j}{\lambda_j + M})} \quad (I.3)$$

$$\hat{y} = \frac{S + \sqrt{S^2 + 2 S h \lambda \ln^2(1 + \frac{M}{\lambda})} - S \ln \frac{S_j + M \sqrt{S_j^2 + 2 S_j \lambda_j \ln^2(1 + M/\lambda_j)}}{P_j \lambda_j^2 \ln^2(1 + M/\lambda)}}{S \ln(1 + \frac{M}{\lambda})} \quad (I.4),$$

где:

- \hat{y}_j - критический уровень запаса на j -ом базисном складе;
- \hat{y}_j - максимальный уровень запаса на j -ом базисном складе;
- \hat{y} - критический уровень запаса на Центральном складе;
- \hat{y} - максимальный уровень запаса на Центральном складе;
- S_j - стоимость хранения единицы запаса на j -м базисном складе;
- M_j - интенсивность поставки на j -ый базисный склад;
- λ_j - интенсивность спроса j -ого базисного склада;
- P_j - штраф j -ого базисного склада за время задержки τ поставки на единицу спроса;
- S - расходы на содержание запаса на Центральном складе;

- M - суммарная интенсивность поставки на Центральный склад;
- Δ - суммарная интенсивность спроса потребителей, снабжаемых с Центрального склада;
- h - удельная величина затрат, прямо пропорциональных складскому обороту;
- P_T - штраф Центрального склада за время задержки T поставки на единицу спроса.

II. ПРИВЕДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРАТЕГИИ К "ОТКРЫТОМУ" ВИДУ.

Аргументы оптимальных параметров стратегии являются функциями некоторых первичных аргументов:

$$S_j = S = \alpha_2 C, \quad (\text{II.1})$$

где:

- α_2 - норма эффективности оборотных средств;
- C - покупная стоимость изделия,

$$P_C = \frac{L_j}{\alpha_2 V_j} [\alpha_2 \Pi K + \alpha_3 C(1-K)], \quad (\text{II.2})$$

где:

- L_j - расстояние: завод-изготовитель \rightarrow базисный склад \rightarrow потребитель по транспортной магистрали;

V_j - средняя скорость доставки груза по пути l_j ;

Π - прибыль, приносимая летательным аппаратом за час эксплуатации;

K - коэффициент использования летательного аппарата;

α_2, α_3 - переводные коэффициенты единиц измерения,

$$M_j = \alpha_3 Q_j, \quad (\text{П.3})$$

где:

Q_j - объем поставки на j -ый базисный склад за календарный год;

$$\lambda_j = \alpha_3 R_j, \quad (\text{П.4})$$

где:

R_j - расход j -го базисного склада в течение календарного года;

$$h = \alpha_4 C, \quad (\text{П.5})$$

где:

α_4 - коэффициент складской наценки;

$$P = \frac{l}{\alpha_2 V} [\alpha_2 \Pi K + \alpha_1 \alpha_3 C (1-K)], \quad (\text{П.6})$$

где:

l - расстояние завод-изготовитель — Центральный склад — потребитель по транспортной магистрали;

V - средняя скорость доставки груза по пути l .

В целях снижения числа аргументов примем, что

$$Q_j = R_j \quad (п.7)$$

это допустимо, т.к.,

если $Q_j > R_j$, то остаток будет использован в будущем,

если же $Q_j < R_j$, то недостача покрывается за счет остатка на начало рассматриваемого периода.

При попарном рассмотрении Центрального склада и j -го базисного склада имеем:

$$\Lambda = \lambda_j \quad (п.8)$$

$$M = M_j \quad (п.9)$$

Подставляя зависимости (п.1), (п.2), (п.3), (п.4), (п.7) в (1.1), получим выражение критического уровня запаса на j -м базисном складе в открытом виде:

$$\hat{y}_j = -1,45 \ln \frac{4,16 d_1 d_2 C_{vj}}{d_3 l_j R_j [d_2 \pi k + d_1 d_3 C(1-k)]} \quad (п.10)$$

Подставляя зависимости (п.1), (п.2), (п.3), (п.4), (п.7) в (1.2) получим выражение максимального уровня запаса на j -ом базисном складе в открытом виде:

$$\hat{y}_j = 1,45 \left(2 - \ln \frac{4,16 d_1 d_2 C_{vj}}{d_3 l_j R_j [d_2 \pi k + d_1 d_3 C(1-k)]} \right) \quad (п.11)$$

Подставляя зависимости (П.1), (П.3), (П.4), (П.5), (П.6), (П.7), (П.8) и (П.9) в (I.3), получим выражение критического уровня запаса на Центральном складе в открытом виде:

$$\hat{y} = -1,45 \ln 2,08 L_2 C V \frac{L_1 + \sqrt{L_1^2 + 0,96 L_1 L_3 L_4 R_j^2}}{L_3 L_j R_j [L_2 \Pi K + L_1 L_3 C(1-K)]} \quad (\text{П.12})$$

Подставляя зависимости (П.1), (П.3), (П.4), (П.5), (П.6), (П.7), (П.8), (П.9) в (I.4), получим выражение максимального уровня запаса на Центральном складе в открытом виде:

$$\hat{y} = 1,45 \left(1 + \frac{1}{L_1} \sqrt{L_1^2 + 0,96 L_1 L_3 L_4 R_j^2} \right) - \ln 2,08 L_2 C V \frac{L_1 + \sqrt{L_1^2 + 0,96 L_1 L_3 L_4 R_j^2}}{L_3 L_j R_j [L_2 \Pi K + L_1 L_3 C(1-K)]} \quad (\text{П.13})$$

Ш. ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ ЗАПАСОВ КОНКРЕТНОГО ВИДА ИЗДЕЛИЯ В СИСТЕМЕ СНАБЖЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОКУПНОЙ ЦЕНЫ ИЗДЕЛИЯ

Рассмотрим выражение (П.10). Необходимым и достаточным условием, чтобы $\hat{y}_j > 0$, является:

$$\frac{4,16 L_1 L_2 C V_j}{L_3 L_j R_j [L_2 \Pi K + L_1 L_3 C(1-K)]} < 1 \quad (\text{Ш.1})$$

Решая неравенство (Ш.1) относительно C , получим:

$$C < \frac{L_2 L_3 L_j R_j \Pi K}{4,16 L_1 L_2 V_j - L_1 L_3^2 L_j R_j (1-K)} = C_{gj} \quad (\text{Ш.2})$$

Рассмотрим выражение (П.11). Необходимым и достаточным условием, чтобы $\hat{y}_j > 0$, является:

$$\frac{4,16 d_1 d_2 C v_j}{d_3 l_j R_j [d_2 \Pi K + d_1 d_3 C (1-K)]} < \exp 2 \quad (\text{Ш.3})$$

Решая неравенство (Ш.3) относительно C , получим:

$$C < \frac{d_1 d_3 l_j R_j \Pi K \exp 2}{4,16 d_1 d_2 v_j - d_1 d_3 l_j R_j (1-K) \exp 2} = C_j^* \quad (\text{Ш.4})$$

Рассмотрим выражение (П.12). Необходимым и достаточным условием, чтобы $\hat{y} > 0$, является:

$$2,08 d_2 C v \frac{d_1 + \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 R_j}}{d_3 l R_j [d_2 \Pi K + d_1 d_3 C (1-K)]} < 1 \quad (\text{Ш.5})$$

Решая неравенство (Ш.5) относительно C , получим:

$$C < \frac{d_2 d_3 l R_j \Pi K}{2,08 d_2 \sqrt{(d_1 + \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 R_j}) - d_1 d_3 l R_j (1-K)}} = C_j \quad (\text{Ш.6})$$

Рассмотрим выражение (П.13). Необходимым и достаточным условием, чтобы $\hat{y} > 0$, является:

$$1 + \frac{1}{d_1} \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 R_j} > \ln 2,08 d_2 C v \frac{d_1 + \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 R_j}}{d_3 l R_j [d_2 \Pi K + d_1 d_3 C (1-K)]} \quad (\text{Ш.7})$$

Решая неравенство (Ш.7) относительно C , получим:

$$C < \frac{d_2 d_3 l R_j \Pi K \exp(1 + \frac{1}{d_1} \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 R_j})}{2,08 d_2 \sqrt{(d_1 + \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 R_j}) - d_1 d_3 l R_j (1-K) \exp(1 + \frac{1}{d_1} \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 R_j})}} = C_j \quad (\text{Ш.8})$$

Введем обобщенный параметр $Z_j = R_j t_j$ (для Центрального склада $Z = R_j t$), т.к. решение задачи о создании запаса в первую очередь зависит от расстояния между поставщиком и потребителем t_j (для Центрального склада - t) и от расхода R_j рассматриваемого склада. Подставляя Z в (Ш.2), (Ш.4), (Ш.6), (Ш.8) получим:

$$C < \frac{d_2 d_3 \Pi K Z_j}{4,16 d_1 d_2 V_j - d_1 d_3^2 (1-K) Z_j} = C_{j1} \quad (\text{Ш.9})$$

$$C < \frac{d_2 d_3 \Pi K Z_j}{4,16 d_1 d_2 V_j - d_1 d_3^2 (1-K) Z_j \exp 2} = C_{j2} \quad (\text{Ш.10})$$

$$C < \frac{d_2 d_3 \Pi K Z}{2,08 d_2 \sqrt{(d_1 + \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 \frac{Z}{E}})} - d_1 d_3^2 (1-K) Z} = (\text{Ш.11})$$

$$= C_{j3}$$

$$C < \frac{d_2 d_3 \Pi K Z \exp(1 + \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 \frac{Z}{E}})}{2,08 d_2 \sqrt{(d_1 + \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 \frac{Z}{E}})} - d_1 d_3^2 (1-K) Z \exp(1 + \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 + 0,96 d_1 d_3 d_4 \frac{Z}{E}})} = (\text{Ш.12})$$

$$= C_{j4}$$

где:

C_{j1}, C_{j2} - предельные покупные цены изделий для создания запаса на j -м базисном складе.

C_{j3}, C_{j4} - предельные покупные цены изделий для создания на Центральном складе.

Для любого конкретного вида изделия определены параметры P, K, L_1, L_2, L_3, L_4 и его покупная стоимость C .

Зная расстояние от поставщика до потребителя L_j, l , скоростей доставки V_j, V и расход R_j , можно построить графически семейство зависимостей:

$$\begin{aligned} C_{y_j} &= f_1(z_j); & C_{y_j} &= f_2(z_j); \\ C_{\bar{y}} &= f_3(z); & C_{\bar{y}} &= f_4(z); \end{aligned} \quad (\text{рис.2})$$

Нужно отметить, что для Центрального склада каждому расходу R_j соответствует своя зависимость: $C_{\bar{y}} = f_3(z)$, $C_{\bar{y}} = f_4(z)$.

По графическим зависимостям (рис.2) и выражениям (Ш.2), (Ш.4), (Ш.6), (Ш.8) можно судить о целесообразности создания запаса данного вида изделия на том или ином уровне складирования.

Возможно создание запаса по данному виду изделия со стоимостью C на j -м базисном складе, если выполняется неравенство (Ш.2), если выполняется неравенство: $C_{y_j} < C < C_{\bar{y}}$, то можно сделать вывод, что на j -м базисном складе допускается дефицит.

Возможно создание запаса по данному виду изделия на Центральном складе, если покупная стоимость изделия C удовлетворяет неравенству (Ш.6).

Если покупная стоимость C данного изделия удовлетворяет неравенству $C_{\bar{y}} < C < C_{\bar{y}}$, то можно сделать вывод, что на Центральном складе допускается дефицит.

Если возможно создание запаса по данному виду изделия на обоих уровнях складирования, т.е. если выполняются неравенства (Ш.2), (Ш.6), то для принятия решения о создании запаса на том или ином уровне складирования, необходимо произвести анализ функционалов минимума затрат данных в /1/.

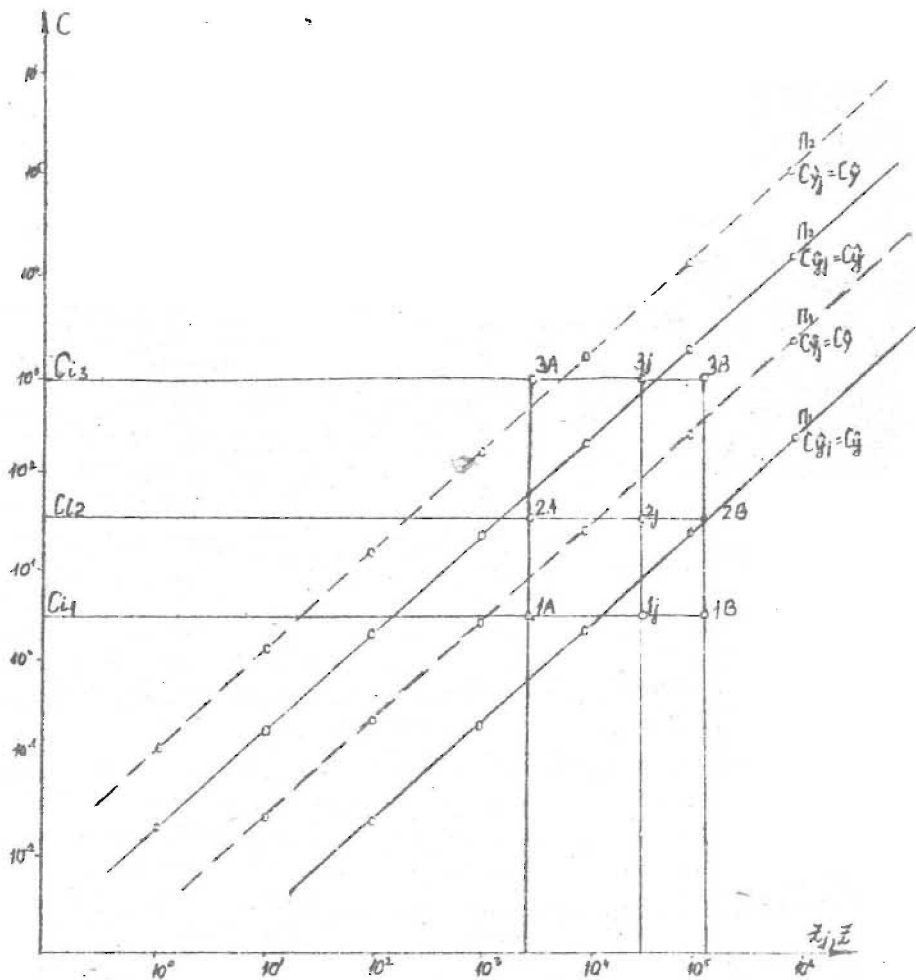


Рисунок 2.

IV. ГРАНИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛИ

Рассмотрим выражение (III.9). Необходимым и достаточным условием, чтобы $C_j > 0$, является:

$$4,16 L_1 L_2 V_j > L_1 L_3^2 (1-K) Z_j \quad (IV.1)$$

Решая неравенство (IV.1) относительно Z_j , получим границу применимости модели по обобщенному параметру для критического уровня j -го базисного склада:

$$Z_j < \frac{4,16 L_2 V_j}{L_3^2 (1-K)} \quad (IV.2)$$

Рассмотрим выражение (III.10). Необходимым и достаточным условием, чтобы $C_j > 0$, является:

$$4,16 L_1 L_2 V_j > L_1 L_3^2 (1-K) Z_j \exp 2 \quad (IV.3)$$

Решая неравенство (IV.3) относительно Z_j , получим границу применимости модели по обобщенному параметру для максимального уровня j -го базисного склада:

$$Z_j < \frac{4,16 L_2 V_j}{L_3^2 (1-K) \exp 2} \quad (IV.4)$$

Рассмотрим выражение (IV.2). Необходимым и достаточным условием, чтобы $C_j > 0$, является:

$$2,08 L_2 V_j (L_1 + \sqrt{L_1^2 + 0,96 L_1 L_3 L_4}) > L_1 L_3^2 (1-K) Z \quad (IV.5)$$

Рассмотрим выражение (III.12). Необходимым и достаточным условием, чтобы $C\hat{y} > 0$ является:

$$2,08L_2V(d_1 + \sqrt{L_1^2 + 0,96L_1L_3L_4\frac{Z^2}{V}}) > L_1L_3(1-K)Z \exp\left(1 + \frac{1}{L_1}\sqrt{L_1^2 + 0,96L_1L_3L_4\frac{Z^2}{V}}\right) \quad (IV.6)$$

Рассматривая неравенства (IV.5) и (IV.6), нетрудно убедиться, что для критического и максимального уровня запасов на Центральном складе по каждому расходу \hat{y}_j будет своя граница применимости модели по обобщенному параметру Z .

У. П Р И М Е Р

Пусть:

- $V_j = V = 50 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ - скорость доставки,
- $d_1 = 0,12$ - норма эффективности оборотных средств,
- $K = 0,2$ - коэффициент использования летательного аппарата,
- $\Pi_1 = 20; \Pi_2 = 750$ - прибыль, приносимая летательным аппаратом за час эксплуатации, (руб/час)
- $L_1 = 24; L_3 = \frac{1}{365}$ - переводные коэффициенты единиц измерения,
- $L_4 = 0,03$ - коэффициент складской наценки.

Подставляя значения L_1, L_3, L_4, K, V (IV.2) и (IV.4), получим границы применимости модели по обобщенному параметру Z_j для критического (У.1) и максимального (У.2) уровней запаса на n_j -м базисном складе.

$$Z_j < \frac{416 \cdot 24 \cdot 50}{\left(\frac{1}{365}\right)^2 \cdot (1-0,2)} = 8,31 \cdot 10^8 \quad (У.1)$$

$$Z_j < \frac{4,16 \cdot 24 \cdot 50}{(355)^2 \cdot (1-0,2) \cdot 7,4} = 1,12 \cdot 10^8 \quad (У.2)$$

Подставляя значения L_1, L_2, L_3, L_4, K, V в (У.5) и (У.6), получим для каждого расхода $R_j \in [10^0, 10^9]$ границы применимости по обобщенному параметру Z_j для критического и максимального уровней запаса на Центральном складе. Результаты представлены в таблице 1.

Подставляя значения L_1, L_2, L_3, V, M, K в (Ш.9) и (Ш.10), получим количественные значения предельных цен $C_{\hat{y}_j}, C_{\hat{y}}_j$. Результаты представлены в таблице 2.

Подставляя значения $L_1, L_2, L_3, L_4, V, M, K$ в (Ш.11) и (Ш.12), получим количественные значения предельных цен $C_{\hat{y}}, C_{\hat{y}}'$ для каждого расхода R_j . Результаты представлены в таблице 3.

Рассмотрим принцип работы с семейством кривых предельных цен.

Пусть расход $R_j < 10^3$, тогда предельные цены для критических уровней \hat{y}_j, \hat{y} запаса j -ого базисного и Центрального складов практически совпадают, совпадают также предельные цены для максимальных уровней запаса \hat{y} -ого базисного и Центрального складов (рис.2).

Если $R_j > 10^3$, принцип работы с кривыми предельных цен не меняется, для Центрального склада нужно рассматривать лишь ветви кривых, соответствующие значениям расхода R_j . Полностью семейства кривых предельных цен даны в рис.3.

Пусть дано: Изделие "1": $E_1 = 5 \cdot 10^4$; $Z_A = 45 \cdot 10^3$; $Z_B = 2 \cdot 10^5$;

Изделие "2": - " - - " - - " -

Изделие "3": - " - - " - - " -

Таблица № I.

№ п.п.	R_j	$\frac{L_{1+K_1} \cdot 0,96 \cdot L_{1+L_1} \cdot L_{1+L_2} \cdot L_{1+L_3}}{L_1^2}$	$\frac{\text{Exp}(1 + \frac{1}{L_1} \cdot x)}{1 + \frac{1}{L_1} \cdot x}$	$\bar{x} <$	$\bar{x} <$
				для крит.ур.	для макс.ур.
1	10^0	0,24	7,40	$8,30 \cdot 10^2$	$4,12 \cdot 10^1$
2	10^1	0,24	7,40	$8,30 \cdot 10^3$	$4,12 \cdot 10^2$
3	10^2	0,24	7,40	$8,30 \cdot 10^4$	$4,12 \cdot 10^3$
4	10^3	0,27	9,09	$8,34 \cdot 10^5$	$0,92 \cdot 10^5$
5	10^4	0,44	33,33	$1,52 \cdot 10^9$	$4,56 \cdot 10^7$
6	10^5	1,07	10^4	$3,70 \cdot 10^9$	$3,70 \cdot 10^5$
7	10^6	3,12	10^{12}	$1,08 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{-2}$

Таблица № 2

№ п.п.	\bar{x}_j	$C_{\bar{x}_j} = C_{\bar{x}} (R_j < 10^3)$		$C_{\bar{x}_j} = C_{\bar{x}} (R_j < 10^{5,5})$	
		$\pi_1 = 20$	$\pi_2 = 750$	$\pi_1 = 20$	$\pi_2 = 750$
1	10^0	-	0,02	-	0,12
2	10^1	-	0,16	0,03	1,20
3	10^2	0,04	1,63	0,32	12,05
4	10^3	0,43	16,28	3,21	120,45
5	10^4	4,34	162,77	32,05	1204,51
6	10^5	43,41	1627,71	320,53	12045,08
7	10^6	434,06	16304,35	3243,24	121874,99
8	10^7	4414,26	165534,80	36294,89	1374285,71
9	10^8	52104,21	1953907,82		

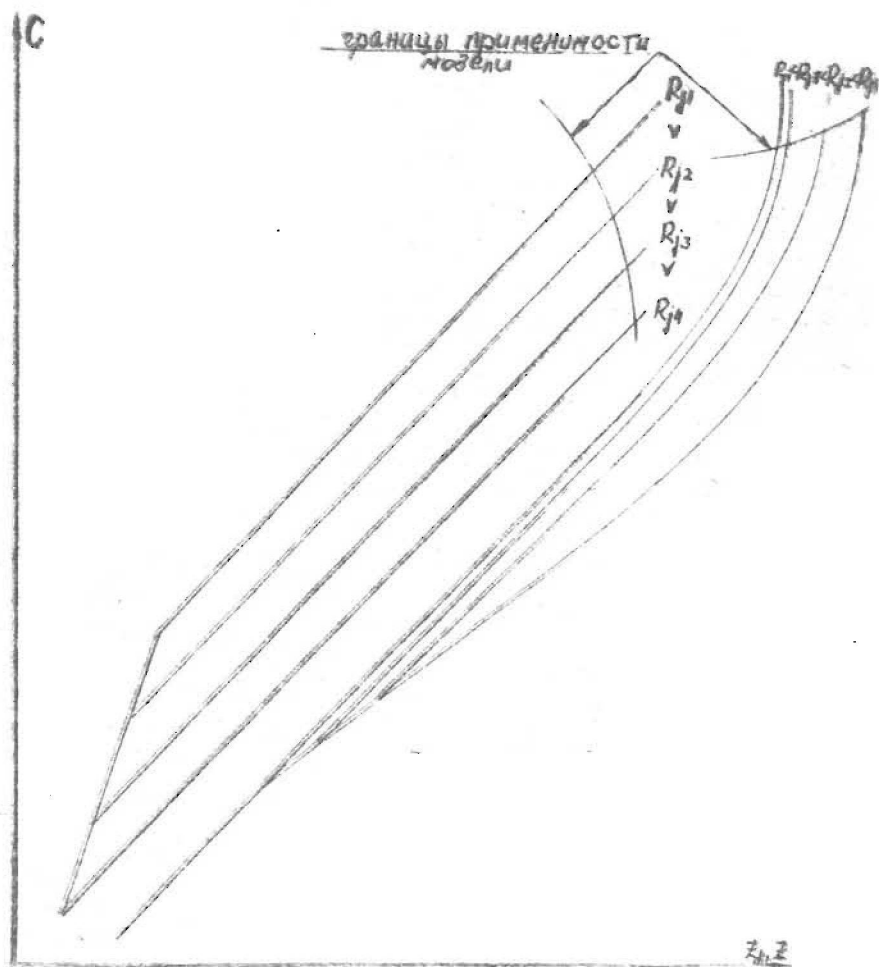


Рисунок 3.

Покупные стоимости изделий соответственно:

$$C_{i1} = 5 \text{ руб}; \quad C_{i2} = 50 \text{ руб}; \quad C_{i3} = 1000 \text{ руб};$$

Из рис.2 следует что:

для- Π_1 :

$$\begin{array}{l} C_{i1} < C_{y1} < C_{\hat{y}1} \\ C_{\hat{y}1} < C_{i1} < C_{y1} \\ C_{i1} < C_{y1} < C_{\hat{y}1} \\ C_{y1} < C_{i2} < C_{\hat{y}1} \\ C_{i2} > C_{y1} > C_{\hat{y}1} \\ C_{\hat{y}1} < C_{i2} < C_{y1} \\ C_{i3} > C_{y1} > C_{\hat{y}1} \\ C_{i3} > C_{y1} > C_{\hat{y}1} \\ C_{i3} > C_{\hat{y}1} > C_{y1} \end{array} \quad \begin{array}{l} j \\ A \\ B \\ j \\ A \\ B \\ j \\ A \\ B \end{array}$$

для- Π_2 :

$$\begin{array}{l} C_{i1} < C_{y1} < C_{\hat{y}1} \\ C_{i1} < C_{y1} < C_{\hat{y}1} \\ C_{i1} < C_{y1} < C_{\hat{y}1} \\ C_{i2} < C_{y1} < C_{\hat{y}1} \\ C_{i2} < C_{y1} < C_{\hat{y}1} \\ C_{i2} < C_{y1} < C_{\hat{y}1} \\ C_{y1} > C_{i3} > C_{\hat{y}1} \\ C_{i3} > C_{y1} > C_{\hat{y}1} \\ C_{i3} < C_{y1} < C_{\hat{y}1} \end{array}$$

Рассматриваются системы складирования "j-A" и "j-B" по каждому виду изделия.

Возможно создание запаса на обоих уровнях складирования по изделию "1" для систем снабжения "j-B(Π_1)", "j-A(Π_2)", "j-B(Π_2)", по изделию "2" для "j-A(Π_2)", "j-B(Π_2)".

Нецелесообразно создание запаса по изделию "3" для систем "j-A(Π_1)", "j-B(Π_1)".

Возможно создание запаса на j-м базисном складе, допускается дефицит на Центральном складе по изделию "1" для системы "j-A(Π_1)".

Допускается дефицит на обоих уровнях складирования по изделию "2" для системы "j-B(Π_1)".

Допускается дефицит на j-ом базисном складе, нецелесообразно создание запаса на Центральном складе по изделию "2" для системы "j-A(Π_1)", по изделию "3" для системы "j-A(Π_2)".

Возможно создание запаса на Центральном складе, допускается дефицит на j-м базисном складе по изделию "3" для системы "j-B(Π_2)".

VI. В В О Д Ы

1. Если покупная стоимость конкретного изделия удовлетворяет неравенствам: $b_i > c_{ij}^*$; $l_i > c_{ij}$; $l_i > c_{ij}^*$; $l_i > c_{ij}$; нецелесообразно создание запаса в рассматриваемой системе снабжения.

Если $l_i > c_{ij}^*$; $l_i > c_{ij}$; $l_i < c_{ij}^*$; $l_i < c_{ij}$, следует создать запас по данному изделию на Центральном складе, если же $l_i < c_{ij}^*$; $l_i < c_{ij}$; $l_i > c_{ij}^*$; $l_i > c_{ij}$, следует создать запас на j -м базисном складе.

В остальных случаях (если допускается создание запаса на обоих уровнях складирования, хотя бы с дефицитом) для определения целесообразности перемещения запаса по данному виду изделия на тот или другой уровень складирования, необходимо произвести анализ функционалов минимума затрат для j -ого базисного и Центрального складов, данных в /1/.

2. Как видно из примера (табл. I, рис. 2), часть номенклатуры невыгодно иметь в рассматриваемой системе снабжения в виде запаса. Очевидно, эту номенклатуру выгоднее по необходимости получить из промышленности путем экстренных поставок.

Для экстренной поставки дорогостоящей номенклатуры (дорогостоящей будем называть такую номенклатуру, покупная стоимость которой больше предельной цены) следует определить величину возможной доплаты к покупной стоимости номенклатуры, которую выгодно платить промышленности за осуществляемые экстренные поставки.

3. Система материально-технического снабжения тем рентабельнее, чем больше изделий ее имеет покупную стоимость меньше предельной цены. Пути повышения рентабельности системы материально-технического снабжения являются:

- а) повышение прибыли, получаемой за час эксплуатации летательного аппарата (повышение предельных цен);

б) повышение коэффициента использования летательного аппарата (повышение предельных цен);

в) снижение покупной стоимости изделий.

4. С ростом расхода R_j (R_j^*) при $z = const$ (рис.3) величина диапазона предельных цен для Центрального склада увеличивается: C_{y1}^* , C_{y2}^* ; т.е. с ростом расхода R_j повышается возможность создания запаса по конкретному виду изделия в системе снабжения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. НИКИТИН В.П. "Об оптимальной стратегии размещения запасов в эшелонированной системе снабжения пирамидального типа". Московский дом научно-технической пропаганды им.Ф.Э.Дзержинского "Проблемы создания и внедрения автоматизированных и управляющих систем" (материалы семинара), Москва, 1971.

С о д е р ж а н и е

	стр.
1. ЛИБЕРМАН Г.Я. Обратная связь и материальное стимулирование в экономических системах	3
2. ЛЕВИЧ Е.М. Некоторые вопросы общей абстрактной теории систем	71
3. ГЕЛЬФЕР О.М. О совершенствовании информационных потоков при проектировании АСУП ...	106
4. НИКИТИН В.П., ПИЛЬКИС В.О. Граничные свойства критериев эффективности размещения запасов в иерархической складской системе пирамидального типа	124

Ученые записки, том 179

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Выпуск I

Редактор Р.Сомс

Технический редактор Р.Довгополова

Корректор Р.Довгополова

Редакционно-издательский отдел ЛГУ им. Петра Стучки
Рига 1973

Подписано к печати 19.12.1972 ЯТ 15524 Зак.№ 52.
Ф/З 60x84/16. Бумага №1. Физ.п.л. 9,3. Уч.-и.л. 7,0
Тираж 400 экз. Цена 70 коп.

Отпечатано на ротационте, Рига-50, ул.Вейденбаума,5
Латвийский государственный университет им. П.Стучки

44 / 1359

Цена 70 коп.

LATVIJAS UNIVERSITĀTES BIBLIOTĒKA



0508044251

Учен. зап. (ЛГУ им. П.Стучки), 1973, т.179, I-144