

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»  
(Самарский университет)

*Д.Ю. ИВАНОВ*

# МОДЕЛИ И МЕХАНИЗМЫ ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 38.03.01 Экономика, 38.03.02 Менеджмент, 38.03.05 Бизнес-информатика

САМАРА  
Издательство Самарского университета  
2018

УДК 338.2(075)

ББК 65.050я7

И 201

Рецензенты: д-р экон. наук, проф. А.А. Курилова  
д-р техн. наук, проф. Г.М. Гришанов

*Иванов, Дмитрий Юрьевич*

**И201**      **Модели и механизмы внутрифирменного управления:**  
учеб. пособие / *Д.Ю. Иванов.* – Самара: Изд-во Самарского  
университета, 2018. – 124 с.

**ISBN 978-5-7883-1221-7**

Рассмотрены основные теоретические подходы к организации внутрифирменного управления в современных экономических условиях. Проведено экономико-математическое описание базовых механизмов управления в организационных системах и даны рекомендации по их применению на практике. Рассмотрено имитационное моделирование механизмов внутрифирменного управления.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 38.03.01 Экономика, 38.03.02 Менеджмент, 38.03.05 Бизнес-информатика, изучающих дисциплину «Организация внутрифирменного управления», «Методы принятия управленческих решений».

Разработано на кафедре организации производства.

УДК 338.2(075)

ББК 65.050я7

ISBN 978-5-7883-1221-7

© Самарский университет, 2018

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1 Управление организационным поведением и механизмы управления .....</b>	<b>7</b>
1.1 Человек в контуре управления и структура деятельности Центра.....	7
1.2 Модель «пассивного» агента.....	11
1.3 Модель активного агента.....	13
1.4 Типовое описание механизма управления .....	17
1.5 Краткое описание базовых механизмов управления .....	23
Литература к главе 1 .....	30
<b>Глава 2 Механизмы внутрифирменного управления .....</b>	<b>31</b>
2.1 Механизм взаимодействия производственных компаний в случае олигополии.....	31
2.2 Механизм управления в производственных системах.....	34
2.2.1 Моделирование стратегий поведения участников производственной системы .....	35
2.2.2 Анализ экономических интересов участников системы .....	38
2.2.3 Согласование экономических интересов участников производственной системы с помощью премирования.....	45
2.2.4 Согласование экономических интересов участников производственной системы на основе договорных цен .....	46
2.3 Механизм последовательного распределения ресурсов.....	51
2.4 Механизм пропорционального распределения ресурсов .....	54
2.5 Механизм распределения ресурсов на основе прямых приоритетов .....	61
2.6 Механизм распределения ресурсов на основе обратных приоритетов .....	65
2.7 Механизм выбора ассортимента продукции.....	70
2.8 Механизм опережающего самоконтроля .....	72
2.9 Механизм комплексного оценивания.....	75
2.10 Механизм стимулирования .....	79
2.10.1 Механизм стимулирования в одноэлементной системе.....	82
2.10.2 Механизм стимулирования в многоэлементной системе с независимыми исполнителями .....	85

2.10.3 Механизм стимулирования в многоэлементной системе с сильно связанными (зависимыми) исполнителями	90
2.11 Механизм экспертизы .....	96
Литература к главе 2 .....	102

<b>Глава 3 Механизмы управления в корпоративных структурах.....</b>	<b>103</b>
3.1 Особенности создания и функционирования корпоративных структур .....	103
3.2 Конкурсный механизм распределения корпоративного заказа.....	109
3.3 Механизм распределения корпоративного заказа на основе внутренних цен для линейных функций производственных издержек .....	114
3.4 Механизм распределения корпоративного заказа на основе внутренних цен для нелинейных функций производственных издержек .....	116
3.5 Согласованный механизм распределения корпоративных заказов.....	119
<b>Литература к главе 3.....</b>	<b>120</b>
<b>Заключение .....</b>	<b>121</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Одна из ключевых тенденций XXI века – появление первых примет наступления эпохи **«умной» экономики**, экономики знаний. Она заставляет пересмотреть место человека в контуре управления. Из факторов производства (наряду с трудом и капиталом) человека «повысили» до уровня нематериального «актива», обладающего рациональным экономическим поведением со способностью к саморегулированию и саморазвитию. Также стало очевидным, что только администрирования и ИТ-поддержки бизнес-процессов уже недостаточно. Необходимо побуждать человека к творческому подходу через его заинтересованность в результатах трудовой деятельности, помогать ему накапливать знания, обретать и совершенствовать компетенции.

Чем же отличается управление человеком, коллективом от управления самым сложным техническим объектом? Отличий, безусловно, много, но можно выделить основные, порожденные спецификой человека как объекта управления – его **активностью**.

Первое отличие – это способность человека к самостоятельному **целеполаганию**.

Второе – способность самостоятельно выбирать **действия**, в частности – сознательно исказить информацию (если это ему выгодно) и/или не выполнять планы, опять же если это ему выгодно.

Третье отличие – способность к **рефлексии** относительно собственной деятельности и деятельности других субъектов, в том числе – возможность прогнозирования их поведения.

Задачи управления людьми и коллективами решаются в рамках различных научных школ **управления организационным поведением**. В состав типовых задач входят: обеспечение необходимой мотивации исполнителей, согласованная с ними выработка управленческих решений, рациональное распределение ограниченных ресурсов в условиях неопределенности и т.п.

Регламентация управленческой деятельности осуществляется с помощью **механизмов управления** – процедур принятия управленческих решений. Если необходимо иметь надежный механизм управ-

ления организационным поведением, то этот механизм должен быть устойчив (защищен) по отношению к таким действиям как искажение информации, невыполнение планов и др.

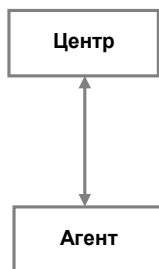
Безусловно, хотелось бы, чтобы в обществе и в организациях действовали так называемые **правильные механизмы** – обеспечивающие согласование интересов всех членов общества/организации и побуждающие их сообщать достоверную информацию. Имеющийся практический опыт использования описываемых в учебном пособии механизмов управления показывает, что внедрение их в практику управления – посильная задача. Просто нужно знать эти механизмы и уметь конструировать из них эффективные системы управления организационным поведением.

# ГЛАВА 1 УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫМ ПОВЕДЕНИЕМ И МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ

## 1.1 Человек в контуре управления и структура деятельности Центра

При включении человека в контур управления возникает необходимость управлять объектом (будем далее называть такие объекты управления экономическими агентами или сокращенно агентами), который:

- субъективизирован и действует в соответствии с собственными интересами и предпочтениями – *принцип рациональности*;
- не полностью известен субъекту управления (будем далее называть его **Центром**) – *принцип асимметричной информированности*;
- может обманывать и не делать того, что от него хотят.



Терминология «Центр – агент» удобна и традиционно применяется при рассмотрении механизмов управления.

**Механизм управления** – это совокупность правил и процедур принятия Центром решений, влияющих на **поведение** активных экономических агентов – в частности, сообщаемую ими информацию и выбираемые ими действия (см. раздел 1.4). В дополнение к рассмот-

ренным ранее задачам управления существует еще одна задача Центра – разработка механизма управления и выбор действий в соответствии с этим механизмом (рис. 1.1) – см. также введение.

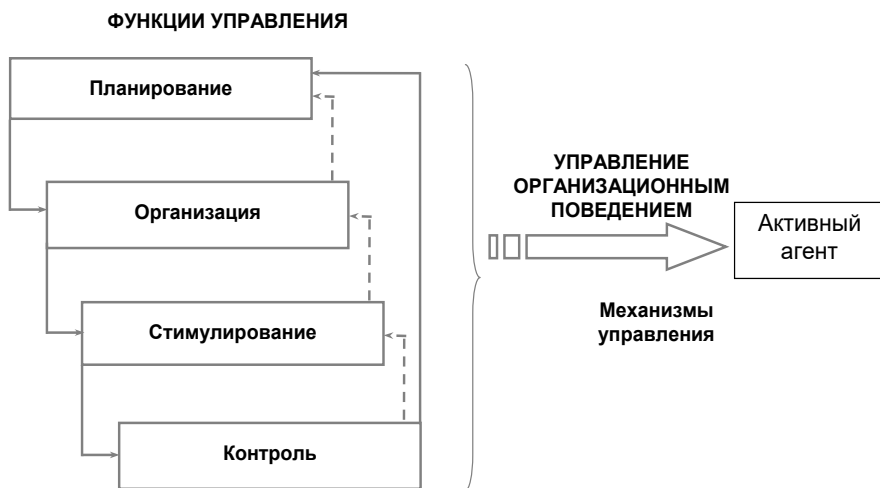


Рис. 1.1. Функции управления, механизмы управления и организационное поведение

При заданном механизме управления можно выделить три основных этапа в подготовке и реализации управленческих решений:

- 1) формирование данных для принятия решений;
- 2) принятие решений;
- 3) реализация принятых решений.

Охарактеризуем эти этапы более подробно.

**1. Формирование данных для принятия решений.** Как правило, информацию, необходимую для принятия плановых решений на будущее, Центр получает от агентов. Здесь его подстерегает опасность получить недостоверную информацию (агенты могут либо «приукрасить картину», либо «сгустить краски»). Безусловно, Центру хотелось бы иметь механизм управления, при котором экономическим агентам, как рациональным «экономическим людям», имеющим свои предпочтения (стремящимся максимизировать собственную функцию полезности), выгодно быть честными. Такие механизмы называются **механизмами «честной игры» (неманипулируемыми механизмами)**.



Когда же агентам выгодно быть честными? Только в одном случае – когда сообщаемая ими информация не используется им же во вред. Это и есть основное свойство механизмов честной игры.

**2. Этап принятия решения.** На втором этапе Центр должен принять эффективное решение. Это уже зависит только от самого Центра: не можешь – учишься, не научился – будешь сменен более умелым. Здесь ключевой компонент – управленческие компетенции Центра.

**3. Этап реализации решения.** Наконец, на третьем этапе принятое Центром решение агенты должны выполнить. Опасность, которая подстерегает Центр здесь, это нереализация (или неполная реализация) принятого решения. Механизмы, при которых агентам выгодно (опять же с точки зрения их собственных предпочтений) выполнять принятые Центром решения, называются **согласованными** механизмами.

Согласованные неманипулируемые механизмы называются **правильными** механизмами. Конечно, идеалом является ситуация, когда оптимален именно правильный механизм (то есть, он является наиболее эффективным) – см. рис. 1.2, на котором затенено множество правильных механизмов.

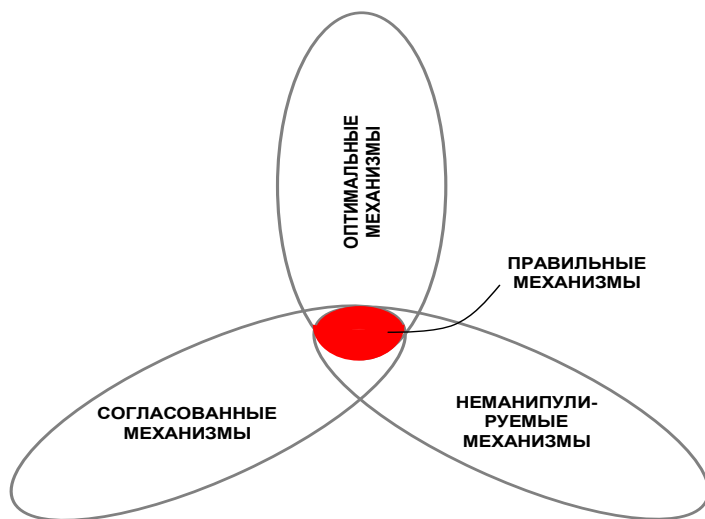


Рис. 1.2. Согласованные, неманипулируемые, оптимальные и правильные механизмы управления

Поиск неманипулируемых, согласованных механизмов управления, анализ условий их оптимальности – все это является предметом **теории управления организационными системами** [3] (за рубежом этой предметной области соответствует такой раздел микроэкономики, как **mechanism design** [4, 5] (дизайн организационных механизмов)).

**Структура деятельности Центра.** Каждой из функций (рис. 1.1) деятельности Центра соответствует своя типовая структура деятельности, но в зависимости от реализуемых функций доминируют различные ее компоненты (и предметом управления являются соответствующие компоненты деятельности) – см. рис. 1.3.

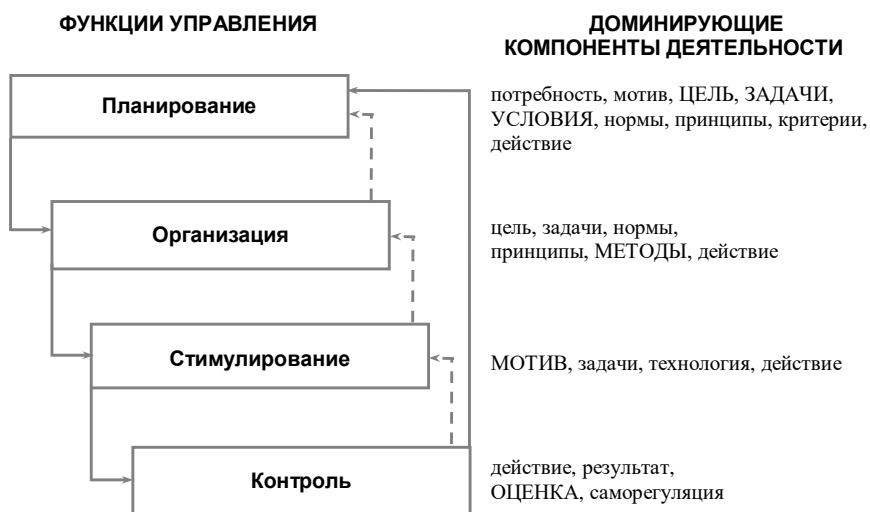


Рис. 1.3. Функции и компоненты деятельности

**Операциональная структура деятельности Центра** приведена на рис. 1.1. На основании анализа результатов прошлых периодов с учетом целевых требований и информации со стороны объекта управления (агента), Центр осуществляет планирование – выбирает **план**, как желательное состояние агента, удовлетворяющий существующим ограничениям (например, производственным возможностям).

Затем план доводится до агента, который выбирает свое **состояние** – действие (активный агент делает это с учетом собственных

предпочтений и информированности). Далее Центр фиксирует и анализирует состояние агента (осуществляет учет, контроль и анализ), затем, сравнивая достигнутый результат с целевым (в простейшем случае действие агента сравнивается с планом), осуществляет мотивацию и стимулирование агента и при необходимости корректирует план. После этого цикл повторяется.

## 1.2 Модель «пассивного» агента

Простейший вариант описания «экономического агента» как объекта управления – введение предположения о том, что он всегда будет в точности выполнять указания Центра. Условно это предположение можно назвать **гипотезой пассивности** (или «полной лояльности»), которая означает, что агент пассивен – не обладает собственными предпочтениями – и всегда его действие («Факт» на рис. 1.4) совпадает с требованиями Центра («План» на рис. 1.4). Изображать пассивного агента будем входо-выходной схемой, приведенной на рис. 1.4. Такая нотация подчеркивает, что, несмотря на возможное сложное внутреннее устройство самого агента, с точки зрения управления он выступает простым однозначным преобразователем «планов» в «факты».

С точки зрения структуры его деятельности, пассивный агент не обладает собственными предпочтениями и информированностью, ограничения деятельности для него однозначны и задаются планом, а действие – «факт» – всегда совпадает с планом. Управление пассивным агентом заключается в назначении «планов», или, что в силу его пассивности то же самое, определении требований к «факту» – результатам деятельности. Задумываться о том, выполнит ли пассивный агент план, субъекту управления не надо! А результативность деятельности полностью определяется Центром!



Рис. 1.4. Структура деятельности пассивного «агента»

Фактически менеджмент (как современный, так и на всем протяжении его развития) негласно постулировал, что агенты всегда выполняют требуемые действия (то есть считалось, что факт всегда равен плану).

**Несовпадение факта и плана** может иметь место вследствие:

- наличия неопределенности (внешних неконтролируемых факторов, в силу которых результат деятельности агента может отличаться от его действия – см. раздел 1.6);
- активности агента.

Обе возможности должны быть приняты во внимание при решении задач управления организационными системами.

В случае управления пассивным агентом (см. рис. 1.5) цикл управления очень прост: Центр сообщает агенту план и наблюдает «факт».

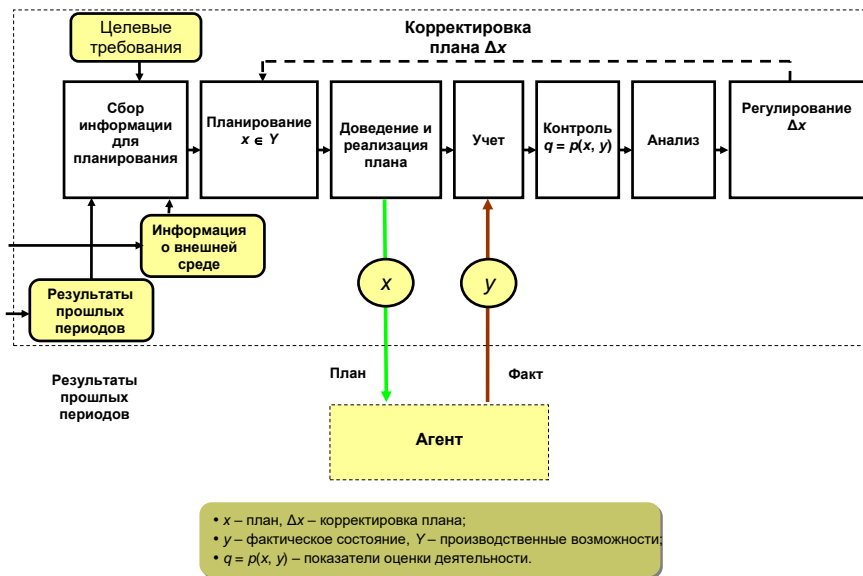


Рис. 1.5. Модель цикла управления пассивным агентом

В силу того что при управлении пассивным агентом самым существенным для Центра является корректность выбора плана, ключевую роль играют используемые процедуры оптимизации – поиска наилучших допустимых планов. То есть нужно уметь осуществ-

лять **оптимизацию плана**. Механизмы, обеспечивающие оптимизацию плана в предположении пассивности агента, называются **оптимизационными**. Для того чтобы ставить и решать задачи оптимизации, необходимо иметь модель объекта управления и механизма управления.

### 1.3 Модель активного агента

В разделе 1.2 описана структура любой деятельности, в том числе – управленческой деятельности субъекта управления (Центра) и исполнительной деятельности объекта управления (агента). С одной стороны, эта концепция является максимально общей, с другой – она требует конкретизации для того чтобы стать элементом конструктивного описания реальных управленческих задач. При рассмотрении механизмов управления организационным поведением такое сведение проводится в отношении Центра в виде представления операциональной схемы его деятельности, а со стороны объекта управления – в виде типовых схем так называемого «экономического человека».

Как отмечалось выше, способность агентов к целеполаганию, самостоятельному выбору действий отражает **концепция активности** объектов управления (агентов) в организационных системах. В соответствии с ней агенты имеют определенные возможности и простор для самостоятельного целеполагания и принятия решений о своих действиях (в рамках полноценной структуры деятельности, с учетом всех процессуальных ее компонент). Проявлениями активности являются: искажение информации, выбор состояния, не совпадающего с планом, недобросовестное поведение и т.д. – все эти возможные эффекты должны быть учтены при разработке и применении механизмов управления. Для эффективного управления такими объектами необходимо моделировать их поведение, то есть **прогнозировать их реакцию на те или иные управляющие воздействия**.

В экономике с середины XIX века существует концепция максимизации полезности как модель поведения «**поведения экономического человека**», далее – агента. Агент ведет себя (сообщает информацию, выбирает действия и т.д.) так, чтобы максимизировать свою полезность. Концепция эта оказалась плодотворной и получила доминирующее распространение в математической экономике, тео-

рии принятия решений и других отраслях науки, исследующих модели поведения людей.

Выделяют два вида экономических агентов – субъектов экономики:

- хозяйствующий субъект рынка (примеры – организация, холдинг, фирма, корпорация);
- сотрудник(и) хозяйствующего субъекта.

Полезность для агентов обоих видов может быть определена как полезность – «**экономическая прибыль**» – разность между «доходом» и «затратами». Рациональный (активный) агент ведет себя таким образом, чтобы максимизировать свою полезность. Но содержание и методы представления доходов и затрат зависят от вида агента.

Если агентом является подразделение или отдельная организация (где учетная система фиксирует доходы и расходы), то для него полезностью может быть операционная прибыль, определяемая по результатам финансово-хозяйственной деятельности в рамках принятой политики управленческого учета.

Если агентом является отдельный сотрудник, то управленческий учет фиксирует доходы, но не фиксирует оценку его усилий (в том числе, субъективную оценку самого агента) по выполнению работы, расходов («затрат») и не сопоставляет их с доходами. Поэтому необходимо произвести сопоставление усилий и экономической мотивации. Это соответствие может восстанавливаться, например, методами нормирования и наблюдения, поиска аналогов. В каждом конкретном случае необходимо выбирать подход, позволяющий максимально просто и точно определить функцию усилий и функцию полезности агента.

**Структура деятельности активного агента** выглядит следующим образом (рис. 1.6):

- агент описывается информированностью (той информацией, которой он обладает о существенных параметрах ОС и внешней среды), ограничениями, предпочтениями и действием;
- на его вход (стрелка слева на рис. 1.6) поступают, во-первых, информация об окружающей среде и других агентах и, во-вторых, управляющие воздействия в виде выбранного Центром механизма управления (стрелка сверху на рис. 1.6);

- «выходом» агента (его действием) являются сообщаемая Центру и/или другим агентам информация (пунктирная стрелка справа на рис. 1.6) и выбранное им действие (жирная стрелка справа на рис. 1.6).

Такая нотация является типовой и используется ниже в качестве элементарного блока при описании механизмов управления организационными системами (ОС).

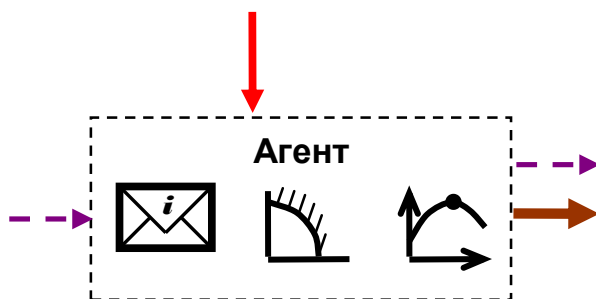


Рис. 1.6. Структура деятельности активного агента

Центр тоже является «экономическим человеком» – обладает свойством активности, но обладает другими возможностями по осуществлению своей деятельности, в частности – властными полномочиями. У Центра есть свои ограничения, своя полезность, своя информированность и действия. **Действием Центра является выбор механизма управления** – зависимости управляющих воздействий от действий агента.

Ключевое **отличие Центра от агента** заключается в том, что он обладает властью – имеет право «сделать ход первым», установив для агента условия деятельности (механизм). Полезность Центра обычно зависит от действий агента, то есть **эффективность управления** определяется полезностью Центра (представляющего интересы организационной системы в целом) от деятельности агента.

Таким образом, механизм функционирования в такой схеме задает «законодательную, регламентирующую, обязательную к исполнению основу» – правила и процедуры, в рамках которых выполняются действия Центра и агента при исполнении процессов и проектов. А само управление вырастает до **метауправления** – формирования «правил игры», условий функционирования и стимулиро-

вания агента. Центр становится как бы архитектором социально-экономических правил и **метаигроком**.

В моделях управления организационным поведением каждый экономический агент описывается четырьмя базовыми параметрами, агрегирующими процессуальные компоненты его деятельности (ср. с моделью организации в разделе 1.4):

1) **ограничения и нормы деятельности** (процессуальные компоненты деятельности – условия, нормы, принципы, технология);

2) **функция полезности** (процессуальные компоненты деятельности – потребности, мотивы, цели, задачи, критерии);

3) **информированность** (процессуальные компоненты деятельности – информация о внешней среде, включающей, в том числе, других агентов, взаимодействующих с данным);

4) **действие** выбираемое агентом на основании своей информированности с учетом ограничений и своей полезности. Действие является показателем состояния агента и в значительной степени определяет **результат** его деятельности.

С экономическим агентом связывают два вида возможных действий (в рамках существующих ограничений):

- сообщение субъекту управления и/или другим агентам информации о неопределенных для них параметрах;
- действие по выбору своего состояния (объема производимой продукции, затрачиваемого времени и т.д.).

Двум видам возможных действий агента соответствует цикл функционирования системы управления, содержащий два контура управления соответствующих планированию и реализации. В составе цикла управления действуют несколько классов механизмов управления организационным поведением – механизмы планирования, организации, стимулирования и контроля. Они объединяются в комплексный механизм функционирования организационной системы в рамках цикла управления.

Что такое **согласованное управление** экономическим агентом? Речь, например, может идти о том, что Центр никогда точно не знает заранее субъективную функцию оценки агентом собственных усилий, то есть сколько тот готов работать, условно говоря, за один рубль. При низком стимулировании производительность не растет, потом с какого-то момента, когда стимул стал больше субъективной оценки агентом своих усилий, производительность начинает расти, и затем наступает момент, когда Центру не выгодно наращивать сти-



мулирование – затраты на мотивацию дополнительных усилий начинают превышать выгоды от повышения производительности. Грубо говоря, получаются три интервала значений стимулов, и задача Центра – найти баланс интересов (на доступном интервале по затратам и производительности, устраивающий и его, и агента). Поиск такого баланса интересов – это совместные действия экономически рационального Центра и экономически рационального агента с тем, чтобы принять более эффективное решение, чем если бы они действовали каждый сам за себя, только для реализации своих целей. Тем самым реализуется принцип «Выгодно всем – выгодно каждому».

## 1.4 Типовое описание механизма управления

Общий (для всех этапов цикла управления) **порядок функционирования** организационной системы (при фиксированном механизме управления) изображен на рис. 1.7:



Механизм

**I этап:** Центр делает первый ход – сообщает агенту механизм функционирования («правила игры») в общем виде. Например, зависимость количества выделяемого ресурса от сообщенной потребности в нем или зависимость размера вознаграждения от достигнутых результатов (состояния агента).



Сообщение агента

**II этап:** агент сообщает Центру информацию о неизвестных последнем параметрах (например, подает заявку на ресурс или сообщает информацию о своих предпочтениях).



План

**III этап:** Центр сообщает агенту (детализирует) параметры механизма функционирования. Например, назначает план – ожидаемый Центром результат деятельности агента



Действие агента

V этап: Центр получает информацию о действии агента.



Результат деятельности



Информация о действии агента



Оценка результата Центром

VI этап: Центр в соответствии с механизмом функционирования сообщает агенту свое действие – например, количество выделенного ресурса, размер вознаграждения и т.д.

Этапы I-III (рис. 1.7) соответствуют **циклу планирования**, этапы III-VI – **циклу реализации**. Нижний прямоугольник на рис. 1.7 представляет собой модель экономического агента.

На рис. 1.7 в рамках цикла управления экономическим агентом структура деятельности Центра приведена в развернутом (операциональном) виде. Если не детализировать структуру деятельности Центра и агента, а представить каждого из них одним прямоугольником, то **типовая агрегированная схема механизма управления** примет вид, приведенный на рис. 1.8.

В некоторых механизмах имеет место **упрощенная схема**, на которой отсутствуют те или иные этапы общего порядка функционирования (рис. 1.9-1.11).

Примером первого варианта (действием агента является сообщаемая Центру информация) являются **механизмы планирования**, при использовании которых Центр принимает решения (например, выделяет ресурс) на основании сообщений агента (например, о требуемом ему ресурсе). «Механизмом» (правилами игры) в этом примере является зависимость решений Центра от сообщений агента. В этом случае стрелки «I», «IV», и «V» совпадают, поэтому на рис. 1.9 приведена только первая из них.

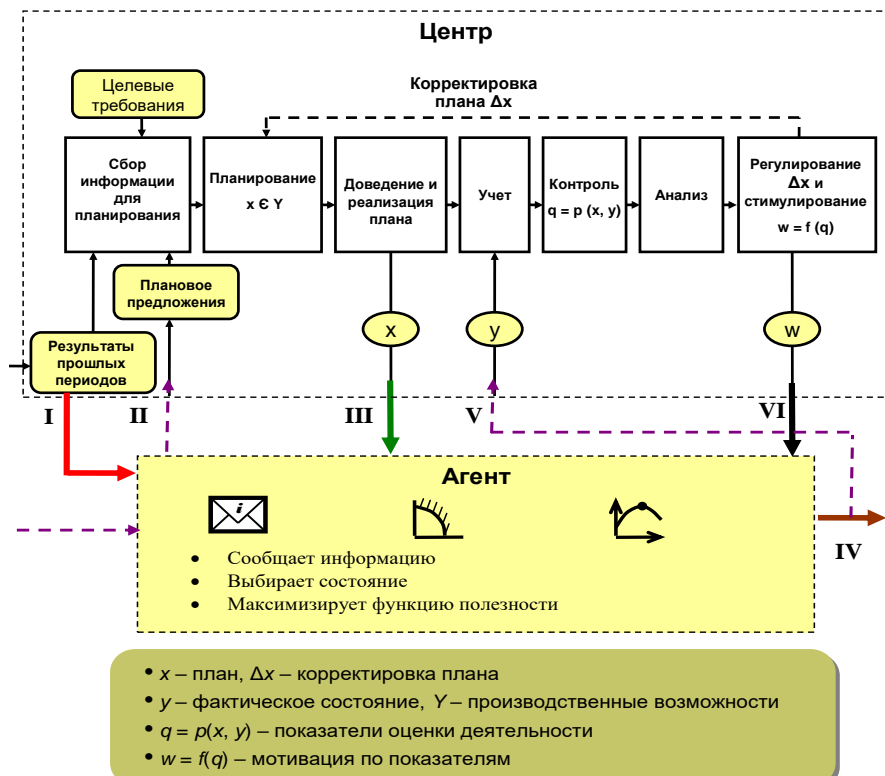


Рис. 1.7. Типовая схема механизма управления

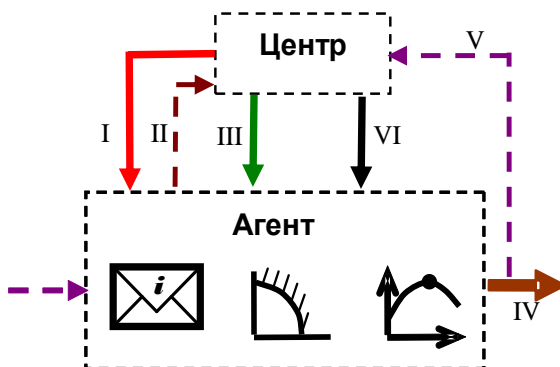


Рис. 1.8. Типовая агрегированная схема механизма управления

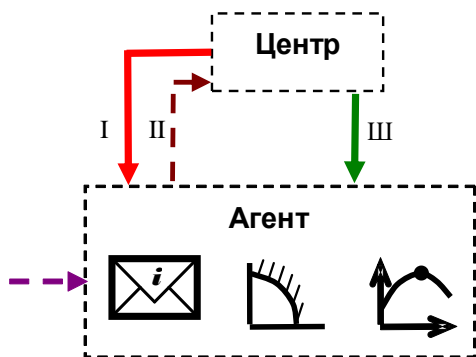


Рис. 1.9. Первый вариант упрощенной схемы (механизм планирования)

Второй вариант иллюстрируется рис 1.10. Он получается из общего варианта рис. 1.8 удалением стрелок «II» и «III» (удалением цикла планирования).

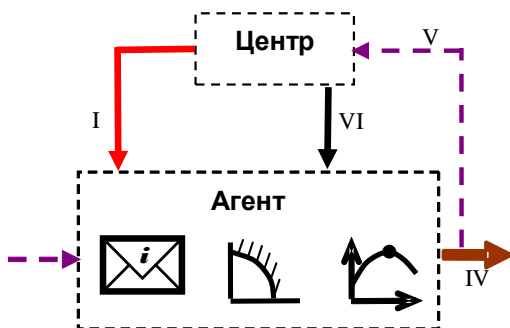


Рис. 1.10. Второй вариант упрощенной схемы (механизм стимулирования)

Примером второго варианта, соответствующего циклу реализации (действием агента является выбор своего состояния – см. выше), являются **механизмы стимулирования**, в которых агент не сообщает информацию Центру, а Центр принимает решения (например, выплачивает вознаграждения) только в зависимости от выбранного агентом состояния. «Механизмом» (правилами игры) в этом примере является зависимость решений Центра от состояния агента.

В **оптимизационных механизмах** (при управлении пассивными агентами – не обладающими свойствами активности) возможно

упрощение общей схемы рис. 1.8 до варианта, приведенного на рис. 1.11.

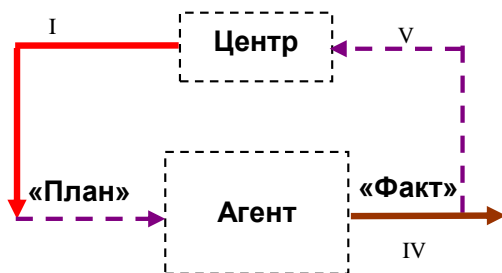


Рис. 1.11. Третий вариант упрощенной схемы (оптимизационный механизм)

Для решения задач проектирования сложных, комплексных механизмов управления целесообразным является описание механизмов в нотации, аналогичной стандарту **IDEFO** и **вход-выходным схемам теории управления** (см. рис. 1.12).

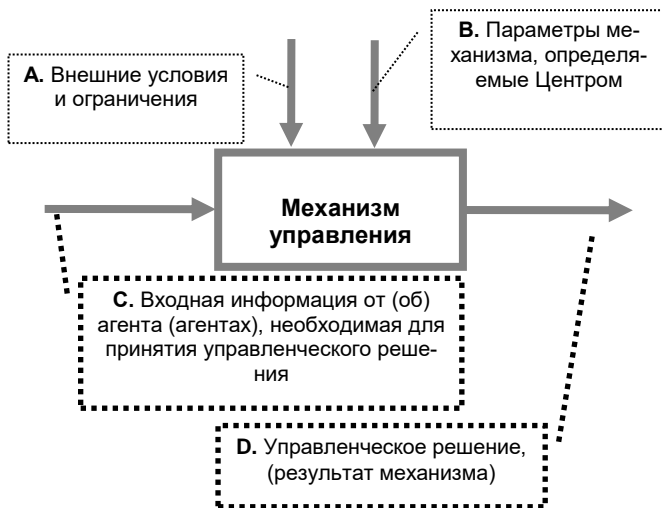


Рис. 1.12. Общая вход-выходная схема механизма управления

В рамках данного представления приведенные выше шесть общих этапов функционирования могут быть представлены следующим образом:

**А.** Внешние условия и ограничения, в рамках которых Центр должен принимать управленческое решение.

**В.** Параметры функционирования механизма управления, определяемые Центром (Этапы I и III).

**С.** Входная информация от (об) агента (агентах), необходимая для принятия управленческого решения (Этапы II и IV).

**Д.** Результат действия механизма – управленческое решение, принимаемое Центром (Этап III и VI).

Если, например, считать, что учет внешних условий и ограничений Центр осуществляет при выборе типа механизма управления и настройке его параметров, то стрелку (А) на рис. 1.14 можно в дальнейшем опускать.

**Механизм планирования**, представляемый первым вариантом упрощенной схемы (рис. 1.9), может быть изображен следующим образом (рис. 1.13):

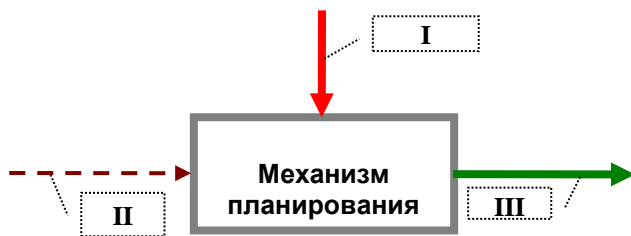


Рис. 1.13. Вход-выходная схема механизма планирования

Механизм стимулирования, представляемый вторым вариантом упрощенной схемы (рис. 1.10), может быть изображен следующим образом (рис. 1.14):

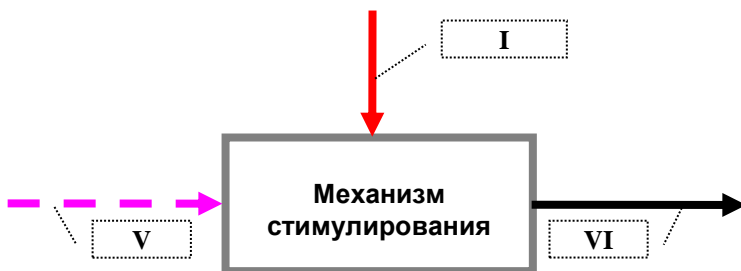


Рис. 1.14. Вход-выходная схема механизма стимулирования

Стоит подчеркнуть, что несмотря на внешнее сходство, вход-выходная нотация описания механизма управления – это **не представление функции в нотации IDEF0** [6]. В то же время используется она во многом аналогично. В частности, такое представление механизмов полезно и удобно при рассмотрении конкретных механизмов управления в качестве «блоков», используемых при конструировании более сложных комплексных механизмов управления.

## 1.5 Краткое описание базовых механизмов управления

### 1.5.1 Механизмы планирования

- **Механизм распределения (планирование распределения) ресурса** предназначен для распределения ресурса на основе заявок объектов управления – **агентов** – о желаемом количестве ресурса в условиях дефицита (распределяемый ресурс ограничен) и отсутствии у субъекта управления – **Центра** – информации об оптимальном для каждого из агентов количестве ресурса. Механизм обеспечивает достоверность сообщаемых агентами заявок. Путем настройки параметров механизма (приоритетов, цен, ставок и т.д.) Центр может минимизировать свои потери, связанные с отклонением итогового распределения ресурсов от оптимального (которого можно было бы достичь, если бы Центр точно знал, сколько ресурса требуется агентам).

- В рамках **механизма активной экспертизы** производится опрос мнений экспертов и их обработка (с помощью заранее объявленной процедуры) с целью выработки итогового решения – результата экспертизы. Настройка механизма активной экспертизы заключается в выборе процедуры обработки сообщений экспертов. Для каждого эксперта, в силу его активности, существует наиболее предпочтительный с его точки зрения результат экспертизы, например, соответствующий его профессиональным представлениям, или наилучший с точки зрения той организации, которую явно или неявно представляет эксперт. Поэтому может сложиться ситуация, когда эксперт будет сообщать недостоверную информацию, стараясь тем самым приблизить итоговое решение к наиболее предпочтительному для себя. Поэтому важной задачей при настройке механизма активной экспертизы является подбор такой процедуры обработки мнений

экспертов, которая побуждает их сообщать достоверную информацию.

- Основная идея **информационного управления в активной экспертизе** заключается в том, что при фиксированной процедуре обработки мнений экспертов организатор экспертизы, конфиденциально сообщая активным экспертам информацию (в общем случае не обязательно достоверную) о мнениях других экспертов, стремится повлиять на сообщения экспертов нужным для себя образом.

- Внутренняя (внутрифирменная, внутрикорпоративная) цена применяется при взаиморасчетах внутри предприятий (в системе внутрифирменного хозрасчета) или между предприятиями корпорации. При вертикальной интеграции внутрифирменная цена является инструментом деления прибыли между участниками технологической цепи. В случае горизонтальной интеграции внутренняя цена является инструментом согласования интересов предприятий (подразделений) с интересами Центра. Центр собирает с подчиненных подразделений (агентов) информацию том, за какую цену какой объем продукции каждое из подразделений готово выпустить – находит зависимость оптимального выпуска или плана от внутренней цены. На основании данной информации Центр определяет внутреннюю цену продукции, при которой суммарный выпуск агентами продукции равен требуемому. При достаточно большом количестве агентов **механизм внутренних цен** обеспечивает во-первых, достоверность сообщенной информации – им выгодно сообщать истинную зависимость своего оптимального выпуска от внутренней цены, во-вторых, минимум затрат на выпуск требуемого количества продукции.

- Общая идея любого **конкурса** заключается в использовании следующей процедуры. Определяется эффективность участника (конкурсанта). Как правило, это – отношение оценки социального или экономического эффекта (известной, например, в результате объективной экспертизы или/и сообщаемой самим участником) к сообщенной участником оценке требуемого ресурса, затрат и т.д. Далее участники, удовлетворяющие условиям конкурса, упорядочиваются по убыванию эффективности. Победителем (или победителями) объявляется участник, занявший первое место (или, соответственно, несколько первых мест – в зависимости от условий конкурса). Победители получают ресурс в требуемом количестве. Число победителей зависит от количества распределяемого ресурса, замещаемых должностей и т.п. Различие между разными конкурс-



ными механизмами заключается в применяемых процедурах определения победителей.

### *1.5.2 Механизмы организации*

- Основная идея **механизмов смешанного финансирования** заключается в объединении средств заказчика и собственных средств исполнителей для выполнения проекта (программы, задания и т.д.), причем величина доли привлеченного финансирования является гибко настраиваемой. Смешанное финансирование из двух (а иногда и более источников) позволяет во многих случаях обеспечить финансами выполнение проекта. Механизм смешанного государственно-частного финансирования обеспечивает большее привлечение средств частных фирм, чем только в случае непосредственного финансирования фирмами проектов, или в случае только государственного финансирования.

- **Противозатратными** называются такие механизмы управления, которые побуждают каждого агента максимально повышать эффективность своей деятельности, выполнять соответствующую работу с высоким качеством и минимальными затратами. В основе использования противозатратных механизмов лежит следующая общая идея. Предположим, что прибыль агента зависит от переменных двух типов: параметров, выбираемых самим агентом (например, затраты), и параметров, устанавливаемых Центром (например, гибкий норматив рентабельности, коэффициенты ценообразования, налогообложения и т.д.). Задача Центра заключается в выборе таких значений выбираемых им параметров, чтобы прибыль агента росла при снижении затрат, а цена при этом уменьшалась. Другими словами, рентабельность производства должна увеличиваться при уменьшении затрат и увеличении потребительских свойств выпускаемой продукции, а цена продукции должна снижаться.

- **Механизм «затраты – эффект (приоритезации)»** используется для распределения ресурса (финансовых средств) между потребителями (агентами). Основная идея механизма заключается в следующем. Определяется эффект от использования агентом полученного ресурса. Делается это, например, с помощью экспертизы, или эффект сообщается самим агентом. Далее агенты сообщают свои заявки на количество требуемого им для достижения соответствующего эффекта ресурса. Затем эффективность агента определяется как

отношение эффекта к сообщенной агентом заявке на ресурс. Агенты упорядочиваются по убыванию эффективности. Для получения максимального общего эффекта сначала удовлетворяется заявка самого эффективного агента, затем следующего по эффективности и т.д. Этот механизм является частным случаем механизмов распределения ресурсов и конкурсных механизмов.

- **Механизм оптимизации сетей поставки** (потоков сырья и готовой продукции от поставщиков к заказчикам через производственные и складские подразделения) позволяет согласованно и оптимально распределить потоки готовой продукции по рынкам сбыта, найти наиболее выгодные источники и пути дистрибуции, определить среднесрочные планы производства, запланировать источники и способы доставки сырья, определить рациональную стратегию работы со складами. Этот механизм используется при сценарном моделировании развития бизнеса, в частности, при расчете экономического эффекта от открытия/закрытия складских, сбытовых или производственных подразделений, в частности, при оценке эффекта вертикальной интеграции. Механизм основывается на численном решении (с помощью специализированных программ) многомерной задачи линейной оптимизации.

- **Механизм выбора ассортимента** является эффективным способом проведения ассортиментной политики (какие продукты выпускать, выпуск каких продуктов увеличивать, а каких – сокращать и т.д.). В основе механизма лежит маржинальный анализ. Маржинальная прибыль равна выручке за вычетом прямых затрат, а маржинальная рентабельность равна маржинальной прибыли на единицу прямых затрат (оборотных средств). Очевидно, что продукты с высокой маржинальной рентабельностью являются более выгодными, поскольку позволяют получить большую маржинальную прибыль при заданной величине оборотных средств. Суть эффективной ассортиментной политики заключается в том, чтобы по возможности максимизировать выпуск продуктов с высокой маржинальной рентабельностью. Механизм относится к классу конкурсных механизмов.

### *1.5.3 Механизмы стимулирования*

- **Механизм стимулирования за индивидуальные результаты** предназначен для побуждения агентов к выбору действий, выгодных для Центра, а также для повышения интенсивности труда

сотрудников и мотивации их к достижению более высоких производственных результатов. Идея механизма состоит в том, что оплата сотруднику включает тарифную (постоянную) и переменную часть, зависящую либо от интенсивности его труда (если она может быть измерена), либо от результатов его деятельности (если усилия измерить невозможно). Настройка механизма позволяет достичь требуемой Центру отдачи от сотрудников с минимальными затратами на стимулирование.

- При стимулировании агента только за выполнение и перевыполнение назначенного Центром плана агент не заинтересован в получении большего, то есть более «напряженного», плана, так как выполнение более напряженного плана требует от него приложения больших усилий (затрат). Агент может информировать Центр о своих предпочтениях, сообщая свою оценку плана – так называемый «встречный план». В **механизме стимулирования встречных планов** агент поощряется за сообщение Центру более согласованного с интересами Центра, но напряженного для себя, «встречного плана».

- **Механизм стимулирования за коллективные результаты** рассчитан на ситуации, когда Центр не может наблюдать действие каждого агента в отдельности, а знает лишь некий агрегат – результат деятельности всего коллектива в целом. Оказывается, что, если Центр может определить минимальные затраты, которые должны понести агенты для достижения общего результата, то эффективная система стимулирования будет иметь следующий вид – каждому агенту компенсируются его минимальные затраты, при условии, что результат коллективной деятельности удовлетворяет требованиям Центра. Более того, ряде случаев оказывается, что Центр не несет никаких потерь, не наблюдая индивидуальные действия каждого агента, что существенно снижает нагрузку на Центр по получению и обработке информации.

- **Механизм унифицированного стимулирования** рассчитан на ситуации, когда Центр должен мотивировать большие коллективы агентов и стремится использовать «демократические» методы управления, а также сократить объемы перерабатываемой информации. При унифицированном стимулировании зависимость вознаграждения агентов от их трудозатрат (или достигнутых результатов) одинакова для всех агентов. Оказывается, что в ряде случаев такая унификация не приводит к потере эффективности, и фонд оплаты труда расходуется оптимальным образом. Иногда же унифицирован-

ное управление крайне неэффективно – отказ от стремления учесть индивидуальные особенности агентов приводит к неэффективному расходованию финансовых ресурсов. Частным случаем механизма унифицированного стимулирования является **соревновательный механизм стимулирования**.

- **Механизм информационного управления** применяется в тех случаях, когда Центр обладает более полной информацией, чем агенты. Поскольку агенты выбирают действия на основе собственной информированности, Центр может повлиять на их действия, манипулируя информацией, то есть, меняя информированность агентов, например, за счет сообщения каждому агенту информации о производительности труда и/или планах других агентов.

- **Механизм бригадной оплаты труда** ориентирован на поощрение трудовых коллективов (например, участок, отдел, цех, бригада и т.п.), основной формой организации работы которых является коллективный труд работников (с учетом индивидуального вклада каждого работника). В основу процедур стимулирования членов коллектива положено распределение фонда премирования на основе коэффициентов их трудового участия.

### *1.5.4 Механизмы оценки и контроля*

- При использовании **механизмов комплексного оценивания** осуществляется переход от детального описания сложного объекта (с использованием большого количества показателей и параметров) к агрегированному описанию, основанному на небольшом числе обобщенных характеристик объекта. Механизмы позволяют регулярно отслеживать, своевременно оценивать (с учетом приоритетов Центра) результаты деятельности объекта, а также изменения, происходящие с ним, как в результате функционирования объекта, так и в зависимости от влияния внешней среды

- **Механизм согласия** предназначен для выработки согласованного распределения финансовых ресурсов между несколькими направлениями финансирования. Для этого создаются экспертные комиссии, каждая из которых вырабатывает согласованное решение о соотношении размеров финансирования данного направления и фиксированного базового направления (число комиссий на единицу меньше числа направлений). На основе информации, полученной от всех экспертных комиссий, определяется распределение финансовых

ресурсов между всеми направлениями таким образом, что соотношение величины финансирования между каждым направлением и базовым равно оценке соответствующей экспертной комиссии. Механизм обеспечивает сообщение экспертными комиссиями достоверной информации.

- Основная идея **двухканального механизма** заключается в том, что параллельно используются два канала принятия решений. На основе сравнительной оценки эффективности решений, предложенных различными каналами, формируются стимулирующие воздействия – определяется размер вознаграждений каждого из каналов. Первый канал принимает решения. Относительно второго возможны различные варианты – либо он активен (решения в нем вырабатывают люди), либо является советующим (компьютерным, «нормативным»), и его предложения используются для формирования норматива эффективности управления, с которым сравнивается фактическая эффективность принятых первым каналом решений.

- **Механизм опережающего самоконтроля** предназначен для своевременного информирования Центра о возможных отклонениях результатов деятельности агентов от плана. Чем раньше Центр узнает от агентов о возможных срывах в выполнении планового задания (по срокам, финансам и т.д.), тем более эффективное и своевременное решение он может принять (либо это будут дополнительные меры по ликвидации отклонений и уменьшению потерь, либо корректировка плана и т.д.).

Суть механизма состоит в том, что штрафы агентов при корректировке плана тем меньше, чем раньше они сообщают об этой корректировке, и эти штрафы меньше, чем штрафы за невыполнение плана.

Выше кратко описаны около двух десятков механизмов управления, реализующих функции планирования, организации, стимулирования и контроля. Они могут использоваться как элементы **конструктора** при синтезе более сложных – **комплексных** – механизмов управления.

## ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 1

1. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. М.: Наука, 1977.
2. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. М.: Наука, 1981.
3. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: Физматлит, 2007.
4. Mas-Colell A., Whinston M.D., Green J.R. Microeconomic Theory. N.Y.: Oxford Univ. Press, 1995.
5. Myerson R.B. Game Theory: Analysis of Conflict. London: Harvard Univ. Press, 1991.
6. IDEF0 Overview at [idef.com](http://www.idef.com), <http://www.idef.com/IDEF0.htm>, last reviewed in July 7, 2011.

## ГЛАВА 2 МЕХАНИЗМЫ ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

### 2.1 Механизм взаимодействия производственных компаний в случае олигополии

В качестве примера взаимодействия активных агентов в отсутствие управления рассмотрим классическую для экономической теории задачу, описывающую конкуренцию экономических агентов в случае олигополии.

Предметом моделирования является взаимодействие нескольких производителей одного и того же товара, – каждый из них выбирает свой объем производства (предложение товара), стремясь максимизировать свою прибыль в условиях, когда рыночная цена убывает с ростом суммарного предложения. Целью моделирования является предсказание рыночного равновесия – объемов производства и цены.

В качестве «аппарата» моделирования используется теория игр. В качестве переменных, описывающих состояние системы, выберем неотрицательные объемы производства  $x_i$ ,  $i=1 \dots n$  и рыночную цену  $p$ . В общем случае с ростом  $x_i$  цена на продукцию будет снижаться и описываться некоторой убывающей функцией  $p=p(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ . На рисунке 2.1 представлена зависимость затрат от объема выпуска.

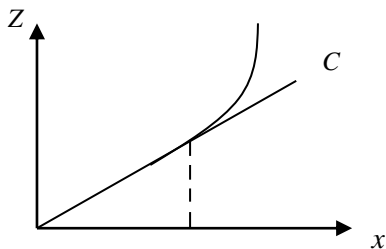


Рис. 2.1. График зависимости затрат от объема выпуска

В общем виде затраты производителя можно описать нелинейной зависимостью вида  $z = \frac{1}{q} r^{1-q} x^q$ , где  $q > 1$  показатель нелинейности,  $r$  – показатель эффективности деятельности организации. Предположим  $q=2$ , тогда функция затрат  $i$ -го производителя примет вид  $z_i = \frac{x^2}{2r}$ .

Целевой функцией производителя является максимизация своей прибыли:

$$\Pi_i = p_i x_i - \frac{x_i^2}{2r} \rightarrow \max,$$

$$0 < x_i \leq x_i^{\max}.$$

С учетом того что цена зависит от объемов производства всех предприятий, задача о моделировании конкуренции предприятий записывается в следующем виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Pi_1 = p x_1 - \frac{x_1^2}{r_1} \rightarrow \max \\ \Pi_2 = p x_2 - \frac{x_2^2}{r_2} \rightarrow \max \\ \vdots \\ \Pi_i = p x_i - \frac{x_i^2}{r_i} \rightarrow \max \\ \vdots \\ \Pi_n = p x_n - \frac{x_n^2}{r_n} \rightarrow \max \end{array} \right.$$

В результате решения системы определяются оптимальные объемы  $x_i^*$ , которые максимизируют функции прибыли каждого производителя (точнее – в нахождении так называемого равновесия Нэша – объемов производства, одностороннее изменение которых не выгодно ни одному из производителей). Оптимальное решение находится из условия равенства нулю всех частных производных функций прибыли:

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial x_i} = 0, i=1 \dots n.$$



Далее решается задача о нахождении равновесной рыночной цены на продукцию.

$$p^* = p(x_i^*).$$

Следующим этапом обычно бывают предположения о том, что выбор одного или нескольких из параметров модели (например, коэффициентов функций затрат или/и цены) является управляющим воздействием. Имея решение задачи описания поведения управляемой системы в зависимости от тех или иных параметров (например, равновесия Нэша от коэффициентов функций затрат), можно прогнозировать поведение управляемой системы в зависимости от управляющих воздействий.

**Пример.** Рассмотрим взаимодействие двух производителей. В качестве переменных, описывающих состояние системы, выберем неотрицательные объемы производства  $x_1$  и  $x_2$  соответственно первого и второго производителя и рыночную цену  $p$ . Зависимость цены:  $p = 5 - (x_1 + x_2)$  от суммарного предложения  $x_1 + x_2$  – чем больше предложение, тем ниже цена. Пусть затраты равны:  $3(x_1)^2$  и  $5(x_2)^2 / 4$  соответственно первого и второго производителя – чем больше объем выпуска, тем выше затраты, причем удельные затраты возрастают с ростом объема выручки.

Прибыль (полезность) каждого производителя представляет собой разность между его выручкой (равной произведению цены на его объем производства) и затратами, то есть целевые функции первого и второго производителя равны соответственно  $[5 - (x_1 + x_2)] x_1 - 3(x_1)^2$  и  $[5 - (x_1 + x_2)] x_2 - 5(x_2)^2 / 4$ .

Дифференцируя целевые функции по объему производства получим:

$$\begin{cases} \frac{\partial \Pi_1}{\partial x_1} = 5 - 8x_1 - x_2 = 0 \\ \frac{\partial \Pi_2}{\partial x_2} = 5 - x_1 - 9x_2 / 2 = 0 \end{cases}$$

Решая данную систему уравнений, получим:  $x_1^* = 0,5$ ,  $x_2^* = 1$ . Подставляя эти значения в функцию, описывающую изменение цены, можно определить рыночную цену  $p^*$ , которая получится равной 3,5.

## 2.2 Механизм управления в производственных системах

Производство любого сложного изделия представляет собой сложную технологическую цепочку, включающую десятки, и даже сотни предприятий, выпускающих отдельные детали и узлы (комплектующие). Например, у ОАО «АВТОВАЗ» количество поставщиков более 500. Рассмотрим производственную систему, состоящую из заказчика и  $n$ -поставщиков (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Система «заказчик –  $n$ -поставщиков»

Поставщики изготавливают комплектующие детали, объемом  $y_i$ ,  $i = 1, n$  шт., из которых заказчик собирает готовые изделия, объемом  $x_0$  шт. и продает по цене  $p_0$  на рынке готовой продукции. Затраты заказчика на сборку готового изделия  $C_0(x_0) = k_{01} + k_{02}x_0 + k_{03}x_0^2$ . Максимально возможный выпуск продукции заказчика  $Q_0^{\max}$ . Спрос на готовое изделие  $R$ . Договорная цена комплектующих  $i$ -го поставщика  $p_i$ , применяемость комплектующих –  $b_i$ . Применяемость – это количество комплектующих одного наименования, используемых для сборки готового изделия. Затраты поставщиков на производство комплектующих деталей определяются соответственно:  $C_i(y_i) = k_{i1} + k_{i2}y_i + k_{i3}y_i^2$ , где  $y_i$  – объем выпуска комплектующих  $i$ -го поставщика. Максимально возможный объем выпуска продукции поставщиками  $Q_i^{\max}$ .

Целью исследования взаимодействия в данной производственной системе является изучение возможности увеличения прибыли поставщиков и заказчика за счет согласования экономических интересов.

### **2.2.1 Моделирование стратегий поведения участников производственной системы**

Несовпадение экономических интересов участников производственной системы происходит из-за разных требований, предъявляемых заказчиком и поставщиками к объемам, срокам поставки, качеству комплектующих и др.

Для исследований процессов взаимодействия участников производственной системы сформулируем модель принятия решений поставщиками и заказчиком для определения оптимального объема поставки комплектующих.

В качестве целевой функции поставщиков рассматривается максимизация прибыли. Целевые функции поставщиков запишутся:

$$f_i(y_i) = p_i y_i - c_i(y_i) \rightarrow \max, \quad i = 1, n, \quad (2.1)$$

где  $p_i y_i$  – выручка от продажи комплектующих,  $c_i(y_i)$  – затраты  $i$ -го поставщика на производство комплектующих, включающая стоимость сырья и материалов, выплату заработной платы и налогов и др.

В практической деятельности фирм часто затраты представляют собой квадратичную зависимость от объема выпуска комплектующих:

$$c_i(y_i) = p_i y_i - k_{i1} - k_{i2} y_i - k_{i3} y_i^2, \quad i = 1, n, \quad (2.2)$$

где  $k_{i1}, k_{i2}, k_{i3}$  – коэффициенты функции затрат.

С учетом выражения для затрат (2.1) целевая функция (2.2) запишется:

$$f_i(y_i) = p_i y_i - c_i(y_i) = p_i y_i - k_{i1} - k_{i2} y_i - k_{i3} y_i^2 \rightarrow \max, \quad i = 1, n.$$

Поставщики не могут производить комплектующих больше, чем максимально возможный объем, из-за ограниченности производственных мощностей:

$$0 \leq y_i \leq Q_i^{max}, \quad i = 1, n.$$

Тогда модель принятия решений для поставщиков запишется:

$$\begin{cases} f_i(y_i) = p_i y_i - k_{i1} - k_{i2} y_i - k_{i3} y_i^2 \rightarrow \max; \\ 0 \leq y_i \leq Q_i^{max}; \end{cases} \quad i = 1, n. \quad (2.3)$$

Оптимальным решением модели (2.3) является:

$$y_i^{opt} = \min(y_i^*, Q_i^{max}), \quad i = 1, n,$$

где  $y_i^*$  – объем выпуска комплектующих  $i$ -м поставщиком, максимизирующий прибыль.

Для нахождения  $y_i^*$  продифференцируем целевую функцию  $f_i(y_i)$  по  $y_i$  и приравняем нулю:

$$\frac{df_i(y_i)}{dy_i} = 0, \quad i = 1, n,$$

$$\frac{d[p_i y_i - k_{i1} - k_{i2} y_i - k_{i3} y_i^2]}{dy_i} = 0.$$

Для первого поставщика получим уравнение

$$p_i - k_{i2} - 2k_{i3} y_i = 0.$$

Решая уравнение, найдем объем выпуска комплектующих поставщиками, который максимизирует прибыль:

$$y_i^* = \frac{p_i - k_{i2}}{2k_{i3}}.$$

Определим оптимальный объем выпуска комплектующих с учетом ограничений:

$$y_i^{opt} = \min(y_i^*, Q_i^{max}), \quad i = 1, n. \quad (2.4)$$

Количество готовых изделий, которые можно собрать из этого количества комплектующих:

$$y_{0i}^{opt} = \frac{y_i^{opt}}{b_i}, \quad i = 1, n.$$

В качестве целевой функции заказчика рассмотрим максимизацию прибыли:

$$F(x_0) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^2 p_i b_i x_0 - c_0(x_0) \rightarrow \max,$$

где  $p_0 x_0$  – выручка от продажи готовых изделий;  $\sum_{i=1}^2 p_i b_i x_0$  – затраты на покупку комплектующих,  $c_0(x_0)$  – затраты заказчика на сборку готового изделия.

Затраты заказчика на сборку готового изделия представляют собой квадратичную зависимость от объема выпуска готовой продукции:

$$c_0(x_0) = k_{01} - k_{02} x_0 - k_{03} x_0^2, \quad (2.5)$$

$k_{01}, k_{02}, k_{03}$  – коэффициенты функции затрат заказчика.

С учетом выражения для затрат (2.5) целевая функция заказчика запишется:

$$F(x_0) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i x_0 - k_{01} - k_{02} x_0 - k_{03} x_0^2 \rightarrow \max.$$

На объем выпуска готовых изделий наложено ограничение, связанное с невозможностью или нецелесообразностью производить выпуск готовых изделий больше, чем максимально возможный объем выпуска  $Q_0^{\max}$  или спрос на изделия  $R$ :

$$0 \leq x_0 \leq \min(Q_0^{\max}, R).$$

Модель принятия решений для заказчика примет вид:

$$\begin{cases} F(x_0) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i x_0 - k_{01} - k_{02} x_0 - k_{03} x_0^2 \rightarrow \max; \\ x_0 \leq \min(Q_0^{\max}, R). \end{cases} \quad (2.6)$$

Оптимальным решением модели (2.6) является:

$$x_0^{opt} = \min(x_0^*; Q_0^{max}; R), \quad (2.7)$$

где  $x_0^*$  – объем выпуска изделий заказчиком, максимизирующий прибыль.

Для нахождения  $x_0^*$  про дифференцируем целевую функцию  $F(x_0)$  по  $x_0$  и приравняем нулю:

$$\frac{dF(x_0)}{dx_0} = p_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i - k_{02} - 2k_{03} x_0 = 0.$$

Решая данное уравнение, получим:

$$x_0^* = \frac{p_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i - k_{02}}{2k_{03}}. \quad (2.8)$$

Учитывая ограничение, определим оптимальный объем выпуска готовых изделий  $x_0^{opt} = \min(x_0^*; Q_0^{max}; R)$ . Очевидно, что в общем случае оптимальный объем выпуска готовых изделий с точки зрения поставщика в выражении (2.4) и оптимальный объем выпуска с точки зрения заказчика в выражении (2.7) могут не совпадать.

### 2.2.2 Анализ экономических интересов участников системы

Так как оптимальное значение выпуска готовых изделий для заказчика не равно числу готовых изделий, которые могут быть собраны заказчиком при реализации поставщиками собственных стратегий  $x_0^{opt} \neq y_{0i}^{opt}$ , то в производственной системе имеет место не совпадение экономических интересов между поставщиками и заказчиком (рис. 2.3).

На рис. 2.3  $\Delta f_i$  – убыток  $i$ -го поставщика, определяемый как разность между максимальной прибылью поставщика и прибылью поставщика при выполнении плана заказчика:

$$\Delta f_i = f_i^{max}(y_i^{opt}) - f_i(x_0^{opt}, b_i), \quad i = 1, n.$$

$\Delta F$  – дополнительный эффект заказчика от согласования своих интересов с интересами поставщиков. Определяется как разность между максимальной прибылью заказчика и прибылью заказчика при реализации поставщиками собственных стратегий:

$$\Delta F = F^{max}(x_0) - F(y_0), \quad i = 1, n,$$

где  $y_0$  – количество готовых изделий, которые может собрать заказчик при реализации поставщиками собственных стратегий.

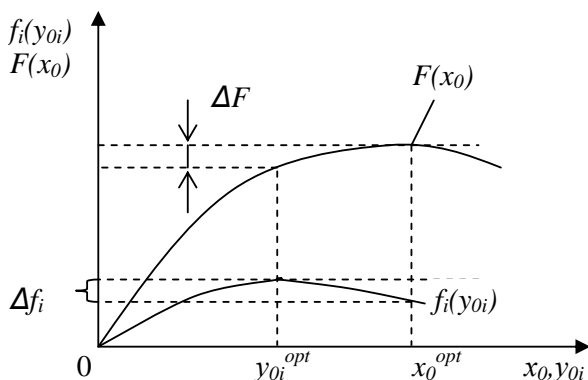


Рис. 2.3. Анализ экономических интересов участников системы

Определяется как операция минимума от количества готовых изделий  $y_{0i}^{opt}$ , которые сможет собрать заказчик при реализации каждым  $i$ -м поставщиком своей стратегии:

$$y_0 = \min(y_{01}; y_{02}; \dots; y_{0n}).$$

Возможно согласование экономических интересов участников производственной системы путем перераспределения дополнительного эффекта заказчика  $\Delta F$  между поставщиками. Распределение дополнительного эффекта  $\Delta F$  может быть осуществлено с помощью выплаты премии  $s$  (функции стимулирования) или изменения договорных цен комплектующих  $p_i$ .

**Пример.** Производственная система состоит из заказчика и двух поставщиков (рис. 2.4.) Каждый поставщик производит один вид комплектующих. Заказчик собирает из двух-комплектующих конечное изделие.



Рис. 2.4. Система «заказчик – два поставщика»

Поставщики изготавливают комплектующие детали, объемом  $y_i$ ,  $i=1,2$  шт., из которых заказчик собирает готовые изделия, объемом  $x_0$  шт. и продает по цене  $p_0 = 1900$  руб. Известны затраты заказчика на сборку готового изделия  $C_0(x_0) = 2x_0^2 + 4x_0 + 6$ . Максимально возможный выпуск продукции заказчика  $Q_0^{\max} = 400$  шт. Спрос на готовое изделие  $R=300$  шт. Договорные цены комплектующих:  $p_1 = 310$  руб.,  $p_2 = 330$  руб.; применяемость первого поставщика  $b_1=2$ ; применяемость второго поставщика  $b_2=1$ . Затраты на производство поставщиками комплектующих деталей определяются соответственно:  $c_1(y_1) = 0,2y_1^2 + 2y_1 + 4$ ,  $c_2(y_2) = 0,4y_2^2 + y_2 + 2$ , где  $y_i$ - объем выпуска комплектующих  $i$ -го поставщика. Максимально возможный выпуск продукции первым и вторым поставщиками:  $Q_1^{\max} = 1800$  шт.,  $Q_2^{\max} = 1500$  шт.

*Определить:*

- 1) оптимальный объем выпуска комплектующих поставщиками;
- 2) оптимальный объем выпуска готовых изделий заказчиком;
- 3) убытки поставщиков при выполнении плана заказчика;
- 4) дополнительный эффект заказчика при согласовании интересов участников производственной системы.



*Решение:*

Целевые функции поставщиков запишутся:

$$f_1(y_1) = p_1 y_1 - c_1(y_1) = p_1 y_1 - (0,2y_1^2 + 2y_1 + 4) \rightarrow \max ,$$

$$f_2(y_2) = p_2 y_2 - c_2(y_2) = p_2 y_2 - (0,4y_2^2 + y_2 + 2) \rightarrow \max .$$

Поставщики не могут производить комплектующих больше, чем максимально возможный объем, из-за ограниченности производственных мощностей:

$$0 \leq y_i \leq Q_i^{\max}, i = 1, 2.$$

Модель принятия решений для первого поставщика запишется:

$$\begin{cases} f_1(y_1) = p_1 y_1 - 0,2y_1^2 - 2y_1 - 4 \rightarrow \max; \\ 0 \leq y_1 \leq 800. \end{cases} \quad (2.9)$$

Соответственно для второго поставщика:

$$\begin{cases} f_2(y_2) = p_2 y_2 - 0,4y_2^2 - y_2 - 2 \rightarrow \max; \\ 0 \leq y_2 \leq 500. \end{cases} \quad (2.10)$$

Оптимальным решением моделей (3.9) и (3.10) является:

$$y_i^{opt} = \min(y_i^*, Q_i^{\max}) \quad i = 1, 2,$$

где  $y_i^*$  – объем выпуска комплектующих  $i$ -м поставщиком, максимизирующий прибыль.

Для нахождения  $y_i^*$  про дифференцируем целевую функцию  $f_i(y_i)$  по  $y_i$  и приравняем нулю:

$$\frac{df_i(y_i)}{dy_i} = 0, i = 1, n ,$$

$$\frac{d[p_1 y_1 - 0,2y_1^2 - 2y_1 - 4]}{dy_1} = 0.$$

Для первого поставщика получим уравнение:

$$p_1 - 0,4y_1 - 2 = 0,$$

Решая уравнение, определим объем выпуска комплектующих первого поставщика, максимизирующий прибыль:

$$y_1^* = \frac{p_1 - 2}{0,4} = \frac{310 - 2}{0,4} = 770 \text{ шт.}$$

Так как количество деталей не может быть дробным, округлим результат наших расчетов до ближайшего целого.

Аналогично и для второго поставщика:

$$\frac{d[p_2 y_2 - 0,4y_2^2 - y_2 - 2]}{dy_2} = 0,$$

$$p_2 - 0,8y_2 - 1 = 0,$$

$$y_2^* = \frac{p_2 - 1}{0,8} = \frac{330 - 1}{0,8} = 411 \text{ шт.}$$

Определим оптимальный объем выпуска комплектующих, с учетом ограничений:

$$y_1^{opt} = \min(770; 800) = 770 \text{ шт.},$$

$$y_2^{opt} = \min(411; 500) = 411 \text{ шт.}$$

Рассчитаем сколько готовых изделий можно собрать из комплектующих, произведенных поставщиками:

$$y_{01}^{opt} = \frac{y_1^{opt}}{b_1} = \frac{770}{2} = 385 \text{ шт.}, \quad y_{02}^{opt} = \frac{y_2^{opt}}{b_2} = \frac{411}{1} = 411 \text{ шт.}$$

Определим количество готовых изделий  $y_0$ , которые сможет собрать заказчик при реализации поставщиками собственных стратегий. Определяется как операция минимума от количества готовых изделий  $y_{0i}^{opt}$ , которые сможет собрать заказчик при реализации каждым  $i$ -м поставщиком своей стратегии:

$$y_0 = \min(y_{01}; y_{02}) = \min(385; 411) = 385 \text{ шт.}$$

В качестве целевой функции заказчика рассмотрим максимизацию прибыли:

$$F(x_0) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^2 p_i b_i x_0 - c_0(x_0) \rightarrow \max.$$

На объем выпуска готовых изделий наложено ограничение, связанное с невозможностью или нецелесообразностью производить готовых изделий больше, чем максимально возможный объем выпуска  $Q_0^{\max}$  или спрос на изделия  $R$ :

$$0 \leq x_0 \leq \min(Q_0^{\max}, R).$$

Модель принятия решений для заказчика примет вид:

$$\begin{cases} F(x_0) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i x_0 - (2x_0^2 + 4x_0 + 6) \rightarrow \max; \\ x_0 \leq \min(Q_0^{\max}, R). \end{cases} \quad (2.11)$$

$$x_0^{opt} = \min(x_0^*; Q_0^{\max}; R).$$

где  $x_0^*$  – объем выпуска готовых изделий заказчиком, максимизирующий прибыль.

Для нахождения  $x_0^*$  продифференцируем целевую функцию  $F(x_0)$  по  $x_0$  и приравняем нулю:

$$\frac{dF(x_0)}{dx_0} = p_0 - p_1 b_1 - p_2 b_2 - 4x_0 - 4 = 0.$$

Решая, данное уравнение получим:

$$x_0^* = \frac{p_0 - p_1 b_1 - p_2 b_2 - 4}{4} = 237 \text{ шт.}$$

Учитывая ограничение, определим:

$$x_0^{opt} = \min(237; 400; 300) = 237 \text{ шт.}$$

Таким образом, оптимальное значение выпуска готовых изделий для заказчика  $x_0^{opt} = 237 \text{ шт}$  не равно числу готовых изделий, которые сможет собрать заказчик при реализации поставщиками своих стратегий  $y_0 = 385 \text{ шт}$ .

Убыток  $\Delta f_i$   $i$ -го поставщика, определяется как разность между максимальной прибылью поставщика и прибылью поставщика при выполнении плана заказчика.

$$\Delta f_i = f_i^{\max}(y_i^{opt}) - f_i(x_0 \cdot b_i), \quad i = 1, 2.$$

Дополнительный эффект заказчика  $\Delta F$  от согласования своих интересов с интересами поставщиков определяется как разность между максимальной прибылью заказчика и прибылью заказчика при реализации поставщиками собственных стратегий:

$$\Delta F = F^{\max}(y_i^{opt}) - F(y_0), \quad i = 1, 2,$$

где  $y_0$  – количество готовых изделий, которые может собрать заказчик при реализации поставщиками собственных стратегий.

Определим максимальную прибыль поставщиков:

$$\begin{aligned} f_1^{\max}(770) &= p_1 y_1 - 0,2 y_1^2 - 2 y_1 - 4 = 310 \cdot 770 - \\ &- 0,2 \cdot (770)^2 - 2 \cdot 770 - 4 = 118576 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_2^{\max}(411) &= p_2 y_2 - 0,4 y_2^2 - y_2 - 2 = 330 \cdot 411 - \\ &- 0,4 \cdot (411)^2 - 411 - 2 = 67648,6 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Определим прибыль поставщиков при плане заказчика:

$$f_1(x_0 b_1) = p_1 x_0 b_1 - 0,2(x_0 b_1)^2 - 2x_0 b_1 - 4 = 101052,8 \text{ руб.}$$

$$f_2(x_0 b_2) = p_2 x_0 b_2 - 0,4(x_0 b_2)^2 - x_0 b_2 - 2 = 55503,4 \text{ руб.}$$

Убытки поставщиков:

$$\Delta f_1 = f_1^{\max}(y_1^{opt}) - f_1(x_0 \cdot b_1) = 118576 - 101052,8 = 17523,2 \text{ руб.}$$

$$\Delta f_2 = f_2^{\max}(y_2^{opt}) - f_2(x_0 \cdot b_2) = 67648,6 - 55503,4 = 12145,2 \text{ руб.}$$

Суммарные убытки поставщиков рассчитываются:

$$\Delta f = \Delta f_1 + \Delta f_2 = 29668,4 \text{ руб.}$$

Максимальная прибыль заказчика:

$$F^{\max}(237) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i x_0 - (2x_0^2 + 4x_0 + 6) = 111858 \text{ руб.}$$

Прибыль заказчика при реализации поставщиками собственных стратегий:

$$F(385) = p_0 y_0 - \sum_{i=1}^n p_i b_i y_0 - (2y_0^2 + 4y_0 + 6) = 67754 \text{ руб.}$$

Дополнительный эффект заказчика от согласования интересов участников производственной системы определяется:

$$\Delta F = F^{\max}(x_0^{\text{opt}}) - F(y_0) = F(237) - F(385) = 44104 \text{ руб.}$$

### **2.2.3 Согласование экономических интересов участников производственной системы с помощью премирования**

Анализ экономических интересов участников производственной системы «Поставщики – Заказчик», проведенный выше, показал, что если поставщики будут придерживаться оптимального плана поставок с точки зрения заказчика, то они будут недополучать прибыль в размере  $\Delta f_i$ . Заказчик, в свою очередь, будет получать экономический эффект в размере  $\Delta F$ .

Организационно-экономический механизм перераспределения дополнительного эффекта заказчика  $\Delta F$  между поставщиками с помощью премирования заключается в следующем. Если выполняются все требования заказчика по объемам, срокам поставки и качеству комплектующих, то заказчик выплачивает премию  $S$  поставщикам. Если требования заказчика не выполняются, то заказчик соответственно не выплачивает премию поставщикам.

Для согласования экономических интересов поставщиков и заказчика необходимо, чтобы премия была не меньше суммы убытков поставщиков и не больше дополнительного эффекта заказчика:

$$\sum_{i=1}^n \Delta f_i \leq S \leq \Delta F. \quad (2.12)$$

Записанное неравенство определяет границы изменения премии для предложенного механизма управления. Нижняя граница изменения премии определяется из интересов поставщиков, а верхняя граница из интересов заказчика. Условие (2.12) определяет область возможного компромисса между участниками производственно-

экономической системы. В случае не выполнения этого условия согласование интересов поставщиков и заказчика при существующих параметрах производственной системы невозможно. Для того чтобы согласовать интересы необходимо изменить параметры производственной системы, например цену готового изделия.

**Пример.** Для производственной системы, рассматриваемой в предыдущем примере, определить границы изменения премии, согласующей интересы участников производственной системы.

*Решение:*

Возможно согласование экономических интересов поставщиков и заказчиков путем перераспределения дополнительного эффекта  $\Delta F$  между поставщиками с помощью выплаты премии  $S$  (функции стимулирования) Для согласования экономических интересов поставщиков и заказчика необходимо, чтобы для величины премии выполнялись следующие условия:

$$\sum_{i=1}^n \Delta f_i \leq S \leq \Delta F.$$

Учитывая результаты, полученные в примере, запишем условия согласования экономических интересов поставщиков и заказчика:

$$29668,4 \leq S \leq 44104.$$

Условия согласования экономических интересов выполняются. Таким образом, величина премии, которая может быть выплачена заказчиком поставщикам, находится в диапазоне от 29668,4 руб. до 44104 руб.

### ***2.2.4 Согласование экономических интересов участников производственной системы на основе договорных цен***

Организационно-экономический механизм перераспределения дополнительного эффекта заказчика  $\Delta F$  между поставщиками на основе изменения договорных цен заключается в следующем. Заказчиком назначаются две цены за комплектующие детали  $p_{i1}$  и  $p_{i2}$ . Если выполняются все требования заказчика по объемам, сро-

кам поставки и качеству комплектующих, то заказчик оплачивает комплектующие по более высокой цене  $p_{i2}$ . Если требования заказчика не выполняются, то заказчик оплачивает комплектующие по более низкой цене  $p_{i1}$ .

Нижние границы изменения договорных цен определяются из интересов поставщиков, а верхние границы из интересов заказчика. Для того, чтобы экономически заинтересовать  $i$ -го поставщика в выполнении планового задания необходимо, чтобы изменение его дохода  $\Delta q_i$  от изменения договорной цены  $\Delta p_i = p_{i2} - p_{i1}$  было не меньше, чем его убытки  $\Delta f_i$  при выполнении планового задания:

$$\Delta q_i \geq \Delta f_i . \quad (2.13)$$

Определим нижние границы договорных цен. Для определения изменения дохода при изменении цены применим теорию чувствительности. Известно, что для любой дифференцируемой функции  $f_i(p_i)$  при достаточно малом изменении аргумента  $\Delta p_i$  имеет место приближенное равенство:

$$\Delta q_i \approx \frac{\partial f_i(y_i)}{\partial p_i} \Delta p_i = \frac{\partial [p_i y_i - c_i(y_i)]}{\partial p_i} \Delta p_i = y_i \Delta p_i .$$

Учитывая неравенство (2.13) получим условие для нижних границ договорной цены

$$y_i \Delta p_i \geq \Delta f_i .$$

Из этого неравенства следует следующее условие:

$$\Delta p_i \geq \frac{\Delta f_i}{y_i} . \quad (2.14)$$

Неравенство (3.14) определяет нижнюю границу договорной цены, при которой  $i$ -ый поставщик заинтересован в выполнении планового задания заказчика (рис. 2.5.).

Выполнение неравенства (2.14) отражает экономическую заинтересованность поставщика, но при этом не учитывает финансовые возможности заказчика. Величина эффекта, получаемая заказчиком от согласованного взаимодействия, не должна быть меньше суммарного изменения доходов поставщиков.

Определим верхние границы цен, при которых заказчику выгодно делиться с поставщиками частью эффекта (рис. 2.6).

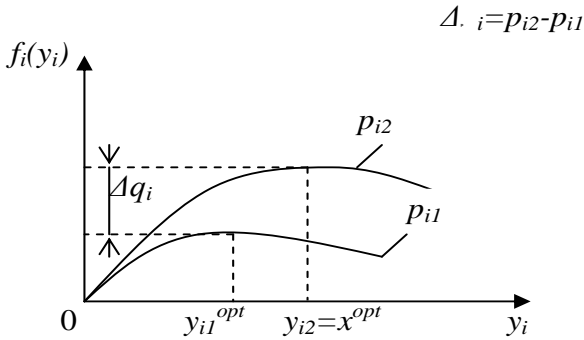


Рис. 2.5. Определение нижней границы изменения договорной цены

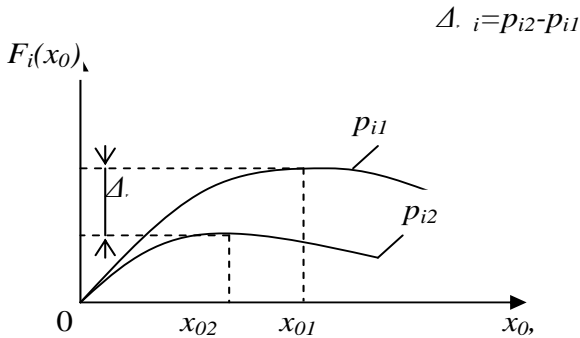


Рис. 2.6. Определение верхней границы изменения договорной цены

На рис. 2.6  $x_{01}$  – плановый объем выпуска комплектующих при низкой цене комплектующих,  $x_{02}$  – плановый объем выпуска комплектующих при высокой цене комплектующих.

Для согласованного взаимодействия участников производственной системы величина дополнительного эффекта заказчика  $\Delta F$  должна быть не меньше суммарного дохода поставщиков  $\sum_{i=1}^n \Delta q_i$ :



$$\sum_{i=1}^n \Delta q_i \leq \Delta F.$$

Учитывая неравенство (3.13) получим следующее условие:

$$\sum_{i=1}^n y_i \Delta p_i \leq \Delta F. \quad (2.15)$$

Верхние границы изменения договорных цен должны удовлетворять неравенству (2.15).

В случае, если дополнительный эффект заказчика перераспределяется между поставщиками равномерно, что отражается в одинаковом изменении договорных цен для всех поставщиков  $\Delta p_i = \Delta p$  возможно преобразование неравенства (2.15):

$$\Delta p_i \leq \frac{\Delta F}{\sum_{i=1}^n y_i}. \quad (2.16)$$

В этом случае границы для изменения договорных цен поставщиков определяются из условия:

$$\frac{\Delta f_i^c}{y_i} \leq \Delta p_i \leq \frac{\Delta F}{\sum_{i=1}^n y_i}, \quad i = 1, n. \quad (2.17)$$

Условия (2.13) и (2.15) определяют область возможного компромисса участников производственно-экономической системы. В случае не выполнения этих условий согласование интересов поставщиков и заказчика при существующих параметрах производственной системы невозможно. Для того чтобы согласовать интересы необходимо изменить параметры производственной системы, например цену готового изделия.

**Пример.** Для производственной системы, рассматриваемой в предыдущих двух примерах, определить границы договорных цен, согласующие интересы участников производственной системы.

*Решение:*

Возможно согласование экономических интересов поставщиков и заказчика на основе изменения договорных цен.

Для определения нижней границы договорных цен комплектующих поставщиков воспользуемся условием:

$$\Delta p_i \geq \frac{\Delta f_i}{y_i} .$$

Учитывая результаты, полученные в примере, определим нижнюю границу договорной цены комплектующих деталей первого поставщика:

$$\Delta p_1 \geq \frac{\Delta f_1}{y_1} = \frac{17523,2}{770} = 38,53 \text{ руб.}$$

Аналогично определим нижнюю границу договорной цены комплектующих деталей второго поставщика:

$$\Delta p_2 \geq \frac{\Delta f_2}{y_2} = \frac{12145,2}{411} = 29,55 \text{ руб.}$$

Для верхней границы договорных цен поставщиков должно выполняться условие:

$$\sum_{i=1}^n y_i \Delta p_i \leq \Delta F .$$

Суммарное увеличение доходов поставщиков от изменения договорных цен не может быть больше дополнительного эффекта заказчика. Зададим значение верхней границы договорной цены первого поставщика 40 руб. При этом значении выполняется условие согласования экономических интересов первого поставщика и заказчика:

$$38,53 \leq \Delta p_1 \leq 40 .$$

Тогда верхняя граница договорной цены второго поставщика определится:

$$\Delta p_2 \leq \frac{\Delta F - y_1 \Delta p_1}{y_2} = \frac{44104 - 770 \cdot 40}{411} = 32,37 \text{ руб.}$$

Условие согласования экономических интересов второго поставщика и заказчика также выполняются:

$$29,55 \leq \Delta p_2 \leq 32,37 .$$

## 2.3 Механизм последовательного распределения ресурсов

Механизм последовательного распределения ресурсов предназначен для распределения Центром дефицитных ресурсов (например, финансирования) на основании заявок агентов о требуемом им количестве ресурсов. Применение механизма актуально, когда Центру априори неизвестно количество ресурсов, необходимое каждому агенту. Заявкой каждого агента является требуемое ему количество ресурсов.

Суть механизма сводится к тому, все агенты делятся на две группы – группу *обеспеченных агентов*, чьи заявки могут быть удовлетворены полностью и группу *необеспеченных агентов*, чьи заявки могут быть удовлетворены лишь частично. Разбиение агентов на группы происходит на основании приоритетов агентов. Приоритет агента отражает его значимость для Центра – насколько важна его деятельность для Центра в экономическом или ином смысле.

Приоритеты агентов могут зависеть от заявок. Различают три вида механизмов распределения ресурсов:

1. *Механизм абсолютных приоритетов* – приоритет агента фиксируется заранее и не зависит от заявки. Механизм последовательного распределения ресурсов с абсолютными приоритетами обеспечивает достоверность сообщаемых агентами заявок, исключая для них возможность увеличить свой выигрыш путем сообщения недостоверной информации о требуемом количестве ресурсов (например, завышая заявку).

2. *Механизм обратных приоритетов* (приоритет убывает с ростом заявки) обеспечивает сообщение заявок не выше достоверных. При этом каждый агент получает ресурса столько, сколько он просит.

3. *Механизм прямых приоритетов* (приоритет растет с ростом заявки) порождает тенденцию роста заявок (искусственный дефицит). Не очень эффективен, хотя довольно часто используется на практике.

Механизм последовательного распределения ресурсов относится к классу механизмов абсолютных приоритетов. Эффект от внедрения данного механизма – повышение эффективности использования распределяемых ресурсов, снижение субъективности принимаемых решений, обеспечение достоверности получаемой от подчиненных информации.

Порядок функционирования:

1) Центр сообщает агентам параметры механизма (количество распределяемых ресурсов, процедуру обработки заявок агентов и приоритеты агентов).

2) Агенты сообщают свои заявки.

3) В соответствии с установленной процедурой Центр распределяет ресурс между агентами.

Механизм последовательного распределения ресурсов подходит для распределения неограниченно делимого ресурса (например, деньги или квоты на выбросы углекислого газа) и не подходит для распределения крупных неделимых или уникальных ресурсов (лицензий на разработку природных ресурсов, статуса эксклюзивного поставщика). Механизм не подходит для случаев, когда недостаток ресурса приводит к катастрофическим для агента последствиям (выход из строя оборудования, социальные потрясения).

Для определения приоритетов агентов целесообразно использовать механизмы экспертизы и механизмы комплексного оценивания, для контроля эффективного использования ресурсов – механизмы опережающего самоконтроля и механизмы стимулирования.

Перспективным является применение механизмов последовательного распределения ресурсов в совокупности с конкурсными механизмами в рамках многоуровневых механизмов распределения ресурсов.

#### *Алгоритм применения механизма:*

Шаг 1. Назначить каждому агенту его приоритет (в случае абсолютных приоритетов это просто положительное число). Чем выше приоритет, тем агент важнее для Центра.

Шаг 2. Собрать заявки агентов – желаемое каждым агентом количество ресурсов.

Шаг 3. Предварительно распределить (виртуально) весь имеющийся ресурс между всеми агентами пропорционально их приоритетам. Если какому-то агенту досталось ресурсов больше желаемого (то есть больше его заявки), то этому агенту уже окончательно выдать ресурс в размере его заявки (то есть полностью удовлетворить заявку). Такой агент называется обеспеченным. И обеспеченный агент, и выданное ему количество ресурсов выбывают из дальнейшего распределения.

Шаг 4. Повторять шаг 3 с оставшимися агентами и с оставшимся количеством ресурсов до тех пор, пока на каждом новом шаге появляются новые обеспеченные агенты.

Шаг 5. Если новых обеспеченных агентов на очередном шаге не появилось, считать оставшихся агентов необеспеченными, и остаток ресурсов распределить между ними пропорционально их приоритетам (заметим, именно приоритетам, а не заявкам!).

На рис.2.7. Изображена вход-выходная схема механизма.



Рис. 2.7. Вход-выходная схема механизма последовательного распределения ресурсов

При разработке механизмов планирования (в частности, механизмов распределения ресурсов, в которых ресурс распределяется на основании заявок) важно избежать манипулирования информацией – каждый из агентов может попытаться путем искажения сообщаемой им информации изменить распределение ресурсов в свою пользу, отчего страдает общая эффективность распределения ресурсов.

Предположим, требуется распределить некий объем ресурсы в размере  $R$  между  $n$  исполнителями в условиях, когда руководству неизвестны требуемые объемы ресурсов для каждого исполнителя. Предположим, что приоритеты у всех одинаковы. Пусть  $\tilde{s}_i$  – заявка  $i$ -го исполнителя на требуемое количество ресурсов,  $s_i$  – истинное значение необходимых исполнителю ресурсов, а  $x_i$  – величина ресурса, которую получает  $i$ -й исполнитель.

Алгоритм механизма последовательного распределения ресурсов:

1) Исполнители нумеруются в порядке возрастания заявок на ресурсы:

$$\tilde{s}_1 < \tilde{s}_2 < \tilde{s}_3 < \dots < \tilde{s}_n; x_i = 0, i = 1, n;$$

1.1) Если у Центра есть возможность дать всем исполнителям объем ресурсов в размере  $\tilde{s}_1$ , то:

$$x_i = x_i + \tilde{s}_1, i = 1, n;$$

$$R = R - n\tilde{s}_1$$

1.2) Если Центр не имеет возможности дать каждому исполнителю ресурс в размере  $\tilde{s}_1$ , то тогда ресурс между всеми распределяется поровну:

$$x_i = x_i + \frac{R}{n}$$

2) Исключая из рассмотрения первого исполнителя, перенумеровываем оставшихся и возвращаемся к шагу 1.

### **Пример.**

Пусть  $R = 1$ ;  $s_1 = 0,3$ ;  $s_2 = 0,4$ ;  $s_3 = 0,5$ . Предположим, что все исполнители сказали правду и попросили столько ресурса, сколько им и нужно на самом деле ( $s_i = \tilde{s}_i$ ).

*Задача:* распределить ресурс между исполнителями.

*Решение:*

1) Центр имеет возможность дать каждому исполнителю ресурс в размере  $\tilde{s}_1$ :

$$x_1 = x_2 = x_3 = 0,3; R = 0,1.$$

$$2) \tilde{s}_2 = s_2 - x_2 = 0,1;$$

$$x_2 = x_2 + \frac{0,1}{2} = 0,35;$$

$$x_3 = x_2 = 0,35.$$

Вывод: данный механизм обеспечивает достоверность получаемой информации от исполнителей (им невыгодно просить ни большее, ни меньшее количество ресурсов).

## **2.4 Механизм пропорционального распределения ресурсов**

### **Механизм пропорционального распределения ресурсов в условиях определенности**

Рассмотрим производственную фирму, состоящую из центра и  $n$  подразделений (агентов) (рис. 2.8).

В распоряжении центра имеется ресурс (заказ на производство продукции) в количестве  $R$ . Цена единицы продукции  $p$ . Затраты агентов  $c_i(x_i) = \frac{1}{2r_i} x_i^2$ . Коэффициент  $r_i$  характеризует эффектив-

ность работы  $i$ -го агента, чем больше значение  $r_i$ , тем меньше затраты агента при выполнении плана центра, следовательно, больше эффективность агента. Задача центра заключается в том, чтобы создать такой механизм распределения заказа между агентами, который бы максимизировал критерий эффективности – прибыль фирмы.

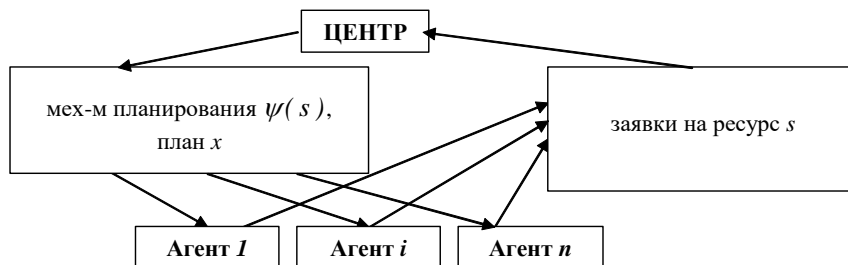


Рис. 2.8. Задача распределения ресурсов

В качестве целевой функции центра примем максимизацию прибыли фирмы:

$$F(x) = \pi(x) = Rp - \sum_{i=1}^n \frac{1}{2r_i} x_i^2 \rightarrow \max \quad (2.18)$$

На распределение ресурса центром наложены следующие ограничения:

$$\sum_{i=1}^n x_i = R, \quad x_i \geq 0, \quad i = 1, n. \quad (2.19)$$

Оптимизационная задача (2.18)-(2.19) относится к задачам на условный экстремум. Перепишем ограничение (2.19) так, чтобы в правой части был 0:

$$\sum_{i=1}^n x_i - R = 0. \quad (2.20)$$

Используем для решения данной задачи метод множителей Лагранжа. Запишем функцию Лагранжа как сумму целевой функции (2.18) и ограничения (2.20), умноженного на множитель Лагранжа:

$$L(x_1, x_2, \dots, x_n, \lambda) = Rp - \sum_{i=1}^n \frac{1}{2r_i} x_i^2 + \lambda \left( \sum_{i=1}^n x_i - R \right).$$

Найдем частные производные от функции Лагранжа по неизвестным переменным  $x_1, x_2, \dots, x_n, \lambda$  и приравняем к 0:

$$\begin{cases} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x_i} = -\frac{x_i}{r_i} + \lambda = 0, & i = 1, n; \\ \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = \sum_{i=1}^n x_i - R = 0. \end{cases} \quad (2.21)$$

Из первого уравнения системы (2.21) следует:

$$x_i = \lambda r_i. \quad (2.22)$$

Подставляя (2.22) во второе уравнение системы (2.21), получаем

$$\sum_{i=1}^n \lambda r_i = R.$$

Откуда найдем множитель Лагранжа:

$$\lambda = \frac{R}{\sum_{i=1}^n r_i}. \quad (2.23)$$

Подставляя множитель Лагранжа (2.23) в (2.22), получаем оптимальный закон планирования для центра:

$$x_i^{opt} = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i} R. \quad (2.24)$$

Полученное выражение представляет собой закон пропорционального распределения ресурсов: ресурс распределяется пропорционально эффективности его использования. Оптимальный план распределения заказа с точки зрения центра для  $i$ -го агента прямо



пропорционален имеющемуся ресурсу  $R$  и отношению эффективности  $i$ -го агента к сумме эффективностей всех агентов.

### **Пример.**

Фирма занимается производством делимого продукта. Руководство фирмы (центр) заключило договор на производство продукта количеством  $R = 150$  единиц. Этот заказ могут выполнить два подразделения фирмы (агента). Цена единицы продукции  $p = 4000$  руб. Функции затрат агентов, соответственно равны  $c_1(x_1) = 10x_1^2$  и  $c_2(x_2) = 20x_2^2$ .

Определить:

1) оптимальное распределение заказа между подразделениями фирмы, в интересах центра;

2) максимальную прибыль агентов и центра.

*Решение:*

Сформулируем математическую постановку задачи. Запишем целевую функцию центра:

$$F(x_1, x_2) = Rp - c_1(x_1) - c_2(x_2) \rightarrow \max \quad (2.25)$$

Сумма планов для агентов должна быть равна заказу, полученному центром:

$$x_1 + x_2 = R, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \quad (2.26)$$

Оптимизационная задача (2.25)-(2.26) является задачей на условный экстремум. Ее решение можно найти двумя способами.

**I способ: решение методом подстановки.**

Выразим план для второго агента из ограничения (2.26)  $x_2 = R - x_1$  и подставим в целевую функцию центра:

$$F(x_1) = Rp - 10x_1^2 - 20(R - x_1)^2 \rightarrow \max \quad (2.27)$$

Таким образом, от задачи с двумя переменными и ограничением (2.25)-(2.26) перешли к задаче с одной переменной (2.27).

Для нахождения экстремума функции одной переменной продифференцируем и приравняем к 0 выражение (2.27):

$$\frac{dF(x_1)}{dx_1} = -2 \cdot 10x_1 - 2 \cdot 20(R - x_1) \cdot (-1) = 0 \quad (2.28)$$

Решая уравнение (2.28), получим план для первого агента:

$$x_1 = \frac{2}{3}R = 100.$$

Из ограничения (2.26) определим план для второго агента:

$$x_2 = R - \frac{2}{3}R = \frac{R}{3} = 50.$$

## **II способ: решение методом множителей Лагранжа.**

Перепишем ограничение (2.26) в следующем виде:

$$g(x_1, x_2) = x_1 + x_2 - R = 0. \quad (2.29)$$

Запишем функцию Лагранжа как сумму целевой функции (2.25) и ограничения (2.28), умноженного на множитель Лагранжа  $\lambda$  :

$$\begin{aligned} L(x_1, x_2, \lambda) &= F(x_1, x_2) + \lambda g(x_1, x_2) = \\ &= Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 + \lambda(x_1 + x_2 - R). \end{aligned}$$

Найдем частные производные от функции Лагранжа по неизвестным переменным  $x_1, x_2, \lambda$  и приравняем к нулю:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial x_1} = -2 \cdot 10x_1 + \lambda = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial x_2} = -2 \cdot 20x_2 + \lambda = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = R - x_1 - x_2 = 0. \end{cases}$$

Отнимем из первого уравнения второе, множитель Лагранжа сократится, получим систему из двух уравнений:

$$\begin{cases} x_1 = 2x_2; \\ x_1 + x_2 = R. \end{cases}$$

Решая полученную систему, определим планы для первого и второго агентов:

$$\begin{cases} x_1^{opt} = \frac{2}{3} R = 100 \text{ ед.}; \\ x_2^{opt} = \frac{R}{3} = 50 \text{ ед.} \end{cases}$$

Определим максимальную прибыль центра:

$$\begin{aligned} \pi^{max}(100, 50) &= Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 = \\ &= 100 \cdot 4000 - 10 \cdot 100^2 - 20 \cdot 50^2 = 450000 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Определим прибыль для первого и второго агента:

$$\pi_1(100) = x_1 p - 10x_1^2 = 100 \cdot 4000 - 10 \cdot 100^2 = 300000 \text{ руб.}$$

$$\pi_2(50) = x_2 p - 20x_2^2 = 50 \cdot 4000 - 20 \cdot 50^2 = 150000 \text{ руб.}$$

### **Исследование механизма пропорционального распределения ресурсов в случае неопределенности**

Проведем его на примере распределения однотипных работ между подразделениями фирмы. Рассмотрим организационную систему, состоящую из  $n$  подразделений, каждое из которых может выполнять тот вид работ, которое может выполнять другое подразделение.

Обозначим:  $R$  – величина работ;  $p$  – стоимость работ;  $r_i$  – показатель эффективности деятельности  $i$ -го исполнителя;  $x_i$  – количество работ, полученных  $i$ -м подразделением.

Рассмотрим экономический интерес исполнителей. Предположим, исполнитель заинтересован в максимизации собственной прибыли.

$$f_i = x_i p - \frac{x_i^2}{2r_i} \rightarrow \max.$$

Очевидно, что существует некий оптимальный объем работы, максимизирующий прибыль исполнителя:

$$x_i^* = pr_i.$$

Таким образом, можно посчитать суммарный объем работ, в котором заинтересованы все исполнители:

$$V = \sum_{i=1}^n x_i^*$$

Существует 3 ситуации:

- 1)  $V > R$
- 2)  $V < R$
- 3)  $V = R$

Первые две отражают ситуацию рассогласования интересов руководства и исполнителей ( $x_i^* \neq x_i^{opt}$ ). Третья ситуация отражает согласованность интересов ( $x_i^* = x_i^{opt}$ ).

Для согласования экономических интересов в рассматриваемой организационной системе в качестве управляющего параметра можно использовать так называемую внутреннюю цену.

Внутреннюю цену будем определять из условия максимума целевой функции исполнителей. Данный подход целесообразно применять в случае неопределенности, т.е. когда руководству неизвестны показатели эффективности деятельности исполнителей.

Одним из методов снятия неопределенности является метод формирования данных, который заключается в том, что исполнители сообщают руководству заявку  $S_i$  на требуемое количество работ (ресурсов). Очевидно, что в общем случае  $S_i \neq x_i^*$ . При этом работы будут распределяться пропорционально поданным заявкам

$$x_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} R \quad (2.30)$$

Анализ выражения (2.30) показывает, что с ростом заявки количество получаемых работ растет. Если предположить, что заявки можно подавать из определенного диапазона  $S_i \in [d; D]$ , то, очевидно, что в случае  $V > R$  равновесной стратегией поведения исполнителей будет сообщение заявки  $S_i^* = D$  (максимальное количество). Если  $V < R$ , то равновесная ситуация примет вид  $S_i^* = d$ .

Следовательно, имеет место эффект искажения информации с целью получения дополнительного экономического эффекта.

Внутреннюю цену  $p^{6H}$  будем определять из условия согласованности экономических интересов руководства и исполнителей:

$$\sum_{i=1}^n x_i^* = R = \sum_{i=1}^n r_i p^{6H}$$

Отсюда:

$$p^{6H} = \frac{R}{\sum_{i=1}^n r_i}$$

Далее определим внутреннюю прибыль исполнителей:

$$f_i^{6H} = p^{6H} x_i - \frac{x_i^2}{2r_i}$$

Прибыль всей системы запишется как:

$$F = Rp - \sum_{i=1}^n \frac{x_i^2}{2r_i}$$

Определим фактическую прибыль исполнителей:

$$f_i^{\text{факт}} = \frac{f_i^{6H}}{\sum_{i=1}^n f_i^{6H}} F$$

Введение внутренней цены позволяет обеспечить достоверность информации, получаемой от исполнителей, т.е.  $x_i^* = S_i$ . Данный механизм относится к классу механизмов распределения на основе прямых приоритетов, т.е. количество получаемого ресурса прямо пропорционально заявке на данный ресурс.

## **2.5 Механизм распределения ресурсов на основе прямых приоритетов**

В приоритетных механизмах распределение ресурса происходит на основе заявок агентов, с учетом приоритетов (предпочтений) центра. Каждый агент получает запрашиваемое количество ресурса, если сумма всех заявок на ресурс не превышает количество имеющегося ресурса. В противном случае ресурс между агентами делится

пропорционально заявкам с учетом приоритетов. Приоритетные механизмы в общем случае описываются выражением

$$x_i(S_i) = \begin{cases} s_i, & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j \leq R; \\ \min[s_i, \gamma \eta_i(s_i)], & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j > R, \end{cases} \quad (2.31)$$

где  $S_i$  - величина заявки  $i$ -го агента на ресурс;  $n$  - число агентов;  $\eta_i(s_i)$  - монотонная функция приоритета  $i$ -го агента в зависимости от его заявки. Операция минимума в данной формуле отражает простое условие: агент получает ресурс в количестве не более заявляемой величины;

$\gamma$  - общий для всех агентов параметр, задаваемый в условии полного использования ресурса:

$$\sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n \min[s_i, \gamma \eta_i(s_i)] = R. \quad (2.32)$$

В зависимости от вида функции  $\eta_i(s_i)$  можно выделить два вида приоритетов:

1. Прямой приоритет при возрастающей функции  $\eta_i(s_i)$ .
2. Обратный приоритет при убывающей функции  $\eta_i(s_i)$ .

Приоритет механизма распределения ресурсов определяется на основе заявок исполнителей с учетом приоритетов предпочтения руководства. Функцией приоритетов в данном механизме является заявка агента  $\eta_i(s_i) = s_i$ . Подставим функцию приоритетов в условие (2.32) и определим параметр  $\gamma$ :

$$\gamma = \frac{R}{\sum_{i=1}^n s_i}.$$

Подставив параметр  $\gamma$  в (2.31), получим формулу для распределения ресурса в механизме прямых приоритетов:

$$x_i(s_i) = \begin{cases} s_i, & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j \leq R; \\ \frac{s_i}{\sum_{i=1}^n s_i} R, & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j > R. \end{cases} \quad (2.33)$$

Математическую формулу (2.33) можно выразить девизом «больше просишь – больше получаешь». Распределение ресурса происходит пропорционально заявкам агентов  $s_i$ . Если целевая функция агента является строго возрастающей функцией от  $x_i$ , то все агенты будут сообщать максимальные заявки на ресурс. Если в системе заданы ограничения на величину максимальной заявки  $s_i \leq D_i$ , то все агенты в равновесной ситуации заявят величину  $s_i^* = D_i$ . Это явление в экономике известно как тенденция завышения заявок на сырье, энергию, финансы, приводящая к искусственному дефициту. Поэтому механизм прямых приоритетов, который является неэффективным, обоснованно критикуют. **Недостатки** механизма прямых приоритетов:

1. Существует тенденция завышения заявок на ресурс, агентам выгодно предоставить недостоверную информацию. Механизм является манипулируемым.
2. Небольшой дефицит порождает большой искусственный дефицит.
3. Недополучение прибыли центром.

### Пример.

Фирма занимается производством делимого продукта. Руководство фирмы (центр) заключило договор на производство продукта количеством  $R=150$  единиц. Этот заказ могут выполнить два подразделения фирмы (агента). Цена единицы продукции  $p=4000$  руб. Затраты первого и второго подразделений зависят от объема выполняемого заказа  $c_1(x_1) = 10x_1^2$  и  $c_2(x_2) = 20x_2^2$ . Центр не имеет информации об эффективности агентов и использует для распределения заказа механизм прямых приоритетов, ограничивая заявку агентов величиной  $R$ .

Определить:

- 1) равновесные заявки агентов в случае использования центром принципа прямых приоритетов;
- 2) распределение ресурса в равновесной ситуации;
- 3) прибыль центра и агентов в равновесной ситуации;
- 4) убытки центра по сравнению с оптимальным распределением ресурса (решением задачи 2.1);
- 5) эффективность механизма прямых приоритетов.

*Решение:*

Оптимальной стратегией агентов в случае использования центром принципа прямых приоритетов является заказ максимально возможного количества ресурсов  $s_1^* = s_2^* = R = 150$ . Эти заявки соответствуют равновесной ситуации Нэша.

В результате распределения ресурса каждый агент в равновесной ситуации получит план:

$$x_1^* = \frac{s_1^*}{s_1^* + s_2^*} R = \frac{150}{150 + 150} \cdot 150 = 75 \text{ ед.};$$

$$x_2^* = \frac{s_2^*}{s_1^* + s_2^*} R = \frac{150}{150 + 150} \cdot 150 = 75 \text{ ед.}$$

Прибыль центра составит:

$$\begin{aligned} \pi(75, 75) &= Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 = \\ &= 150 \cdot 4000 - 10 \cdot 75^2 - 20 \cdot 75^2 = 431250 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Прибыль агентов:

$$\begin{aligned} \pi_1(75) &= x_1 p - 10x_1^2 = 75 \cdot 4000 - 10 \cdot 75^2 = 243750 \text{ руб.} \\ \pi_2(75) &= x_2 p - 20x_2^2 = 75 \cdot 4000 - 20 \cdot 75^2 = 187500 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Потери центра из-за неэффективного управления равны:

$$\Delta\pi(x_1, x_2) = \pi^{\max} - \pi = 450000 - 431250 = 18750 \text{ руб.}$$

Эффективность механизма прямых приоритетов:

$$K = \frac{\pi(x)}{\pi^{\max}(x)} = \frac{431250}{450000} = 0,96.$$



Для производственных предприятий недополучение прибыли из-за неэффективной системы управления может составлять большую величину.

## 2.6 Механизм распределения ресурсов на основе обратных приоритетов

Функцией приоритетов в данном механизме является эффективность  $i$ -го агента:

$$\eta_i(s_i) = \frac{A_i}{s_i},$$

где  $A_i$  – эффект (объем продукции, производимый агентом, прибыль агента).

Функция приоритетов  $\eta_i(s_i) = \frac{A_i}{s_i}$  определяет удельный эффект

от использования ресурсов – **эффективность**. Механизмы обратных приоритетов называют механизмами распределения ресурса пропорционально эффективности. При распределении ресурса приоритет агента тем выше, чем меньшее количество ресурса он заказывает, т.е. приоритет обратно пропорционален заявке на ресурс. Центр руководствуется следующими рассуждениями: если агенты планируют получить одинаковую прибыль, но при этом агенты запрашивают различные количества ресурса, то агент, запрашивающий меньшее количество ресурса, будет использовать его эффективнее.

Процедура распределения ресурса на основе принципа обратных приоритетов может быть представлена в следующем виде:

$$x_i(s_i) = \begin{cases} s_i, & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j \leq R; \\ \min \left[ s_i, \gamma \left( \frac{A_i}{s_i} \right) \right], & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j > R. \end{cases} \quad (2.34)$$

Определим ситуацию равновесия Нэша для агентов. Так же как и для механизма прямых приоритетов считаем, что целевая функция агентов является возрастающей функцией заявки. Определим, какую

заявку должен подать  $i$ -й агент, чтобы получить максимальный ресурс  $x_i$ . На рис. 2.9 изображен график функции  $\min \left[ s_i, \gamma \left( \frac{A_i}{s_i} \right) \right]$  в случае дефицита.

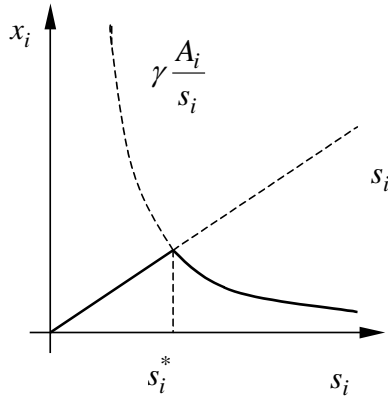


Рис. 2.9. График функции  $\min \left[ s_i, \gamma \left( \frac{A_i}{s_i} \right) \right]$

Функция  $\min \left[ s_i, \gamma \left( \frac{A_i}{s_i} \right) \right]$  достигает максимума в точке  $s_i^*$ , которая удовлетворяет условию:

$$s_i^* = \gamma \frac{A_i}{s_i^*}.$$

Из этого условия определим заявку агентов в равновесной ситуации:

$$s_i^* = x_i^* = \sqrt{\gamma A_i}. \quad (2.35)$$

Выбирая вместо  $s_i^*$  любую другую стратегию  $s_i$ ,  $i$ -й агент лишь уменьшает выделяемый ему ресурс  $x_i$ . Подставив (2.35) в ограничение (2.32)

$$\sum_{i=1}^n x_i^*(s_i) = \sqrt{\gamma} \cdot \sum_{i=1}^n \sqrt{A_i} = R,$$

найдем параметр  $\gamma$  :

$$\gamma = \left[ \frac{R}{\sum_{i=1}^n \sqrt{A_i}} \right]^2. \quad (2.36)$$

Подставив (2.36) в (2.35), получим выражение для равновесных заявок и планов:

$$s_i^* = x_i^* = \frac{\sqrt{A_i}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{A_i}} R. \quad (2.37)$$

Из балансового условия (2.32)

$$\sum_{i=1}^n x_i(s_i) = \gamma \sum_{i=1}^n \left( \frac{A_i}{s_i} \right) = R$$

определим параметр  $\gamma$  :

$$\gamma = \frac{R}{\sum_{i=1}^n A_i / s_i}.$$

Подставив  $\gamma$  в выражение (2.34), получим формулу для распределения ресурса в механизме обратных приоритетов:

$$x_i(s_i) = \begin{cases} s_i, & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j \leq R; \\ \min \left[ s_i, \frac{A_i / s_i}{\sum_{i=1}^n A_i / s_i} R \right], & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j > R. \end{cases} \quad (2.38)$$

Математическую формулу (2.38) можно выразить девизом «больше просишь – меньше получаешь». Стратегии агентов  $S_i^*$  (2.37) являются гарантирующими, то есть максимизируют их выигрыши при любых стратегиях остальных агентов.

**Преимущества** принципа обратных приоритетов:

1. В равновесной ситуации все агенты получают то количество ресурса, которое заказали, следовательно суммарный спрос равен имеющемуся количеству ресурса.

2. Отсутствует тенденция завышения заявок на ресурс, все агенты заказывают не больше оптимального количества.

**Недостатки** принципа обратных приоритетов:

1. Полученное распределение ресурса не является оптимальным по критерию всей системы, следовательно, центр недополучает прибыль, но в меньшем количестве, чем в механизме прямых приоритетов.

2. Теряется информация о реальной потребности в ресурсе, а следовательно о величине дефицита.

**Пример.**

Фирма занимается производством делимого продукта. Руководство фирмы (центр) заключило договор на производство продукта количеством  $R=150$  единиц. Этот заказ могут выполнить два подразделения фирмы (агента). Цена единицы продукции  $p=4000$  руб. Затраты первого и второго подразделений зависят от объема выполняемого заказа  $c_1(x_1)=10x_1^2$  и  $c_2(x_2)=20x_2^2$ . Центр не имеет информации об эффективности агентов и использует для распределения заказа механизм обратных приоритетов.

*Определить:*

1) равновесные заявки агентов в случае использования центром принципа обратных приоритетов. В качестве эффекта агентов принять максимальную прибыль, которую могут заработать агенты;

2) распределение ресурса в равновесной ситуации;

3) прибыль центра и агентов в равновесной ситуации;

4) убытки центра по сравнению с оптимальным распределением ресурса;

5) эффективность механизма обратных приоритетов.

**Решение:**

Определим заявки агентов в равновесной ситуации Нэша:

$$s_1^* = \frac{\sqrt{A_1}}{\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2}} R = \frac{\sqrt{400000}}{\sqrt{400000} + \sqrt{200000}} 150 \approx 87,87 \text{ ед.}$$

$$s_2^* = \frac{\sqrt{A_2}}{\sqrt{A_1} + \sqrt{A_2}} R = \frac{\sqrt{200000}}{\sqrt{400000} + \sqrt{200000}} 150 \approx 62,13 \text{ ед.}$$

Определим план центра в равновесной ситуации Нэша:

$$x_1^* = \frac{A_1/s_1}{A_1/s_1 + A_2/s_2} R = \frac{400000/87,87}{200000/87,87 + 200000/62,13} 150 \approx 87,87 \text{ ед.}$$

$$x_2^* = \frac{A_2/s_2}{A_1/s_1 + A_2/s_2} R = \frac{200000/62,13}{400000/87,87 + 200000/62,13} 150 \approx 62,13 \text{ ед.}$$

Рассчитаем прибыль центра:

$$\begin{aligned} \pi(87,87; 62,13) &= Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 = \\ &= 150 \cdot 4000 - 10 \cdot (87,87)^2 - 20 \cdot (62,13)^2 = 445584 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Прибыль агентов:

$$\begin{aligned} \pi_1(87,87) &= x_1 p - 10x_1^2 = 87,87 \cdot 4000 - 10 \cdot (87,87)^2 = 274264 \text{ руб.} \\ \pi_2(62,13) &= x_2 p - 20x_2^2 = 62,13 \cdot 4000 - 20 \cdot (62,13)^2 = 171320 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Потери Центра из-за неэффективного управления равны:

$$\Delta\pi(x_1, x_2) = \pi^{\max} - \pi = 450000 - 445584 = 4416 \text{ руб.}$$

Эффективность механизма обратных приоритетов

$$K = \frac{\pi(x)}{\pi^{\max}(x)} = \frac{445584}{450000} = 0,99.$$

После данных расчетов можно сделать вывод, что эффективность механизма обратных приоритетов выше эффективности механизма прямых приоритетов.

## 2.7 Механизм выбора ассортимента продукции

Механизм выбора ассортимента является эффективным способом проведения ассортиментной политики (какие продукты выпускать, выпуск каких продуктов увеличивать, а каких – сокращать и т.д.). В основе механизма лежат понятия **маржинальной прибыли** и **маржинальной рентабельности**. Маржинальная прибыль равна выручке за вычетом прямых затрат, а маржинальная рентабельность равна маржинальной прибыли на единицу прямых затрат (оборотных средств). Очевидно, что продукты с высокой маржинальной рентабельностью являются более выгодными, поскольку позволяют получить большую маржинальную прибыль при заданной величине оборотных средств.

Маржинальная прибыль рассчитывается по формуле:

$$\Pi_i^M = p_i - c_i$$

Маржинальная рентабельность рассчитывается по формуле:

$$S_i^M = \frac{p_i - c_i}{c_i}$$

Суть ассортиментной политики в том, чтобы по возможности максимизировать выпуск продуктов с высокой маржинальной рентабельностью.

На рисунке 2.10 представлена вход-выходная схема данного механизма.

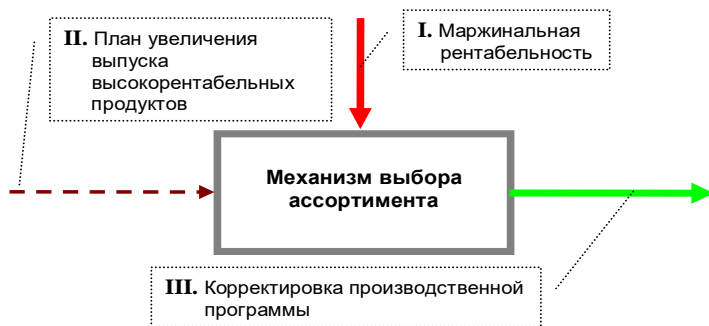


Рис. 2.10. Вход-выходная схема механизма выбора ассортимента продукции

**Применение данного механизма дает существенное увеличение прибыли** (маржинальной прибыли) за счет перераспределения оборотных средств в направлении увеличения выпуска продуктов с высокой маржинальной рентабельностью.

Предположим, предприятие выпускает  $n$  видов продукции,  $p_i$  – цена за единицу выпускаемой продукции,  $c_i$  – себестоимость производства  $i$ -й продукции (только прямые затраты на производство единицы продукции),  $Q_i$  – максимально возможный объем  $i$ -й продукции,  $O$  – величина оборотных средств предприятия,  $x_i$  – объем производства  $i$ -й продукции.

Экономико-математическая задача максимизации прибыли фирмы в данном случае примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Pi^M = \sum_{i=1}^n (p_i - c_i)x_i \rightarrow \max \\ 0 \leq x_i \leq Q_i \\ \sum_{i=1}^n c_i x_i = O \end{array} \right.$$

Алгоритм решения:

I. Центр определяет маржинальные рентабельности продуктов (выпускаемых и разрабатываемых) и формирует группу высокоэффективных продуктов:

$$S_1^M > S_2^M > \dots > S_i^M > \dots > S_n^M.$$

II. Подразделения оценивают свои возможности и разрабатывают планы увеличения выпуска высокоэффективных продуктов за счет возможного сокращения выпуска низкоэффективных. Определяется продукция с номером  $K$ , такая, что:

$$\sum_{i=1}^K c_i Q_i < O,$$

$$i = 1 \dots K,$$

$$x_i^0 = Q_i.$$

III. Определяется остаток оборотных средств, который распределяется между оставшимися продукциями:

$$0 - \sum_{i=1}^K c_i Q_i.$$

Данный механизм позволяет существенно увеличить прибыль производственной системы. На практике обязательно стоит учесть затраты, связанные с дополнительным сбытом продукции.

### **Пример.**

Предприятие выпускает три вида продукции в количестве 200, 100 и 300 единиц по ценам 3, 6 и 7 тыс. руб. соответственно. Прямые затраты составляют 2 тыс. руб. для первого вида продукции, 3 тыс. руб. для второго и 5 тыс. руб. для третьего.

Маржинальная прибыль равна

$$0,5 \times 200 + 1 \times 100 + 0,4 \times 300 = 320.$$

Маржинальная рентабельность для первого вида равна 50%, для второго – 100% и 40% для третьего.

Величина оборотных средств:

$$2 \times 200 + 3 \times 100 + 5 \times 300 = 2200.$$

Выпуск продукции первого вида можно увеличить до 300 единиц, а второго – до 200 единиц.

Ассортиментная политика заключается в максимальном возможном увеличении выпуска второго вида продукции – до 200 единиц, увеличении выпуска первого вида продукции до 300 единиц за счет уменьшения выпуска третьего вида продукции до 200 единиц. Это даст маржинальную прибыль в размере

$$0,5 \times 300 + 1 \times 200 + 0,4 \times 200 = 430 \text{ тыс. руб.},$$

что существенно больше 320 тыс. руб.

Заметим, что этот эффект достигается при той же величине оборотных средств.

## **2.8 Механизм опережающего самоконтроля**

Механизм опережающего самоконтроля предназначен для **своевременного информирования** руководителя (Центра) о воз-



можных **отклонениях от плана**. Чем раньше руководитель узнает от исполнителей (агентов) о возможных срывах в выполнении планового задания (по срокам, финансам и т.д.), тем более эффективное решение он может принять (либо это дополнительные меры по ликвидации отклонений и уменьшению потерь, либо корректировка плана).

Суть механизма состоит в том, что **штрафы агентов** при корректировке плана тем меньше, чем раньше они сообщают об этой корректировке, и **эти штрафы меньше, чем штрафы за невыполнение плана**.

Как правило, руководитель узнает о том, что план (программа) не будет выполнен, в конце **планируемого периода**, когда уже сложно что-либо предпринять. Механизм опережающего самоконтроля заинтересовывает агентов в **самостоятельном контроле** хода выполнения плана (самоконтроль) и **своевременном информировании** руководителя о необходимости его корректировки (опережающий самоконтроль). Это дает руководителю возможность **своевременно принять меры**. Механизм устроен таким образом, что агентам **не выгодно сообщать о небольших отклонениях** от плана, с которыми они могут справиться самостоятельно.

#### **Алгоритм применения механизма:**

**Шаг 1.** Центр сообщает агентам параметры механизма (нормативы, штрафы за невыполнение плана и за корректировку плана).

**Шаг 2.** Агенты, исходя из прогноза реализации плана и принятой системы стимулирования, определяют величину необходимой корректировки плана и сообщают ее Центру.

**Шаг 3.** Центр утверждает корректировку плана (или принимает меры по ликвидации отклонений от плана) и рассчитывает величину штрафных санкций.

На рис. 2.11 представлена вход-выходная схема данного механизма.

Штрафные санкции зависят от разности плана и его скорректированной величины. Рекомендуется **линейная зависимость** штрафов от величины корректировки плана. Дело в том, что при выпуклой зависимости агентам становится выгодно распределять величину необходимой корректировки на несколько периодов (малыми порциями), что ведет к уменьшению величины штрафов.

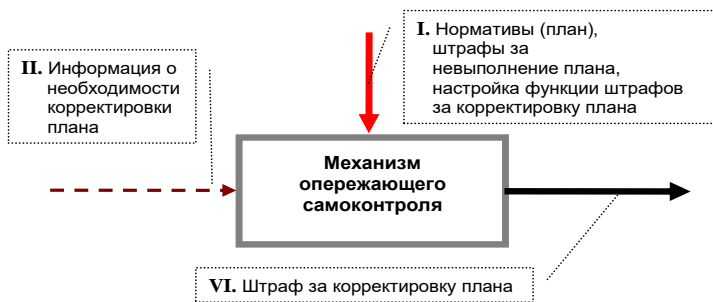


Рис. 2.11. Вход-выходная схема механизма опережающего самоконтроля

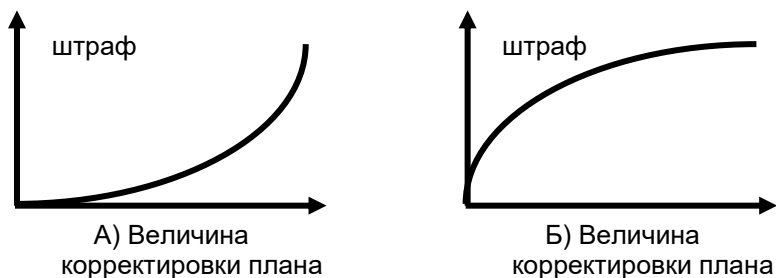


Рис. 2.12. Выпуклая (А) и вогнутая (Б) зависимости

При вогнутой зависимости поведение агентов становится неустойчивым, поскольку им выгодно либо вообще не корректировать план, либо корректировать его на максимальную величину.

Для принятия эффективного решения о корректировке плана агентам желательно иметь представления о функции распределения реализации. В этом случае они могут решить задачу минимизации ожидаемых штрафов:

$$f_{\text{штр}} = \beta(N^{\text{пл}} - N^{\Phi}),$$

где  $\beta$  – норматив штрафа за невыполнение плана (руб./ед.);

$N^{\text{пл}}$  – величина планового задания;

$N^{\Phi}$  – величина фактически выполненного объема работ.

$$\alpha = \alpha \left( \frac{T^{\Phi}}{T} \right),$$

где  $\alpha$  – норматив штрафа за корректировку планового задания;  
 $T^{\Phi}$  – время, прошедшее с начала планового периода;  
 $T$  – длительность периода планирования.

$$f^{\text{штр.нор}} = \alpha \left( \frac{T^{\Phi}}{T} \right) \beta (N^{\text{пл}} - N^{\Phi}).$$

## 2.9 Механизм комплексного оценивания

Механизм позволяет строить **агрегированную оценку сложного объекта** путем **свертки** большого числа **показателей**, характеризующих объект, с учетом степени их влияния. Механизм основан на переводе показателей в единую шкалу **балльных оценок**, объединении показателей в группы (обобщенные **характеристики объекта**), формировании балльной оценки направления и последующей попарной свертке оценок направлений.

Механизм комплексного оценивания (КО) находит применение во многих областях. Например:

- построение интегральной оценки **риска при техногенных и природных катастрофах** (вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций и ущерб от них);
- **оценка деятельности трудовых коллективов** (выбор лучшего коллектива) и отдельных сотрудников;
- **оценка приоритетных направлений** развития науки и техники (иерархия приоритетов);
- **оценка инвестиционной привлекательности** проектов (выбор наиболее эффективного);
- **оценка степени достижения целей** при формировании согласованных программ развития региона и др.

Механизм позволяет регулярно отслеживать и своевременно оценивать **результаты деятельности** объекта управления, изменения, происходящие с ним, как в результате его функционирования, так и влияния внешней среды.

Алгоритм реализации:

**Шаг 1.** Определить перечень направлений или характеристик объекта.

**Шаг 2.** Разбить эти характеристики на две подгруппы:

- характеристики, для построения оценки по которым анализируются показатели, значения которых могут быть точно рассчитаны (например, финансовые, материальные, людские ресурсы или экономические показатели);
- характеристики, для построения оценки по которым анализируются показатели, значения которых объективно и точно рассчитать невозможно, и поэтому необходимо привлечение экспертов.

**Шаг 3.** Задать шкалу – минимальная и максимальная оценки, в диапазоне которых эксперты оценивают характеристики второй подгруппы.

**Шаг 4.** Определить локальные оценки характеристик, входящих во вторую подгруппу.

**Шаг 5.** Сформировать набор показателей, на основании значений которых могут быть рассчитаны локальные оценки характеристик, входящих в первую подгруппу.

**Шаг 6.** Определить для каждого показателя по направлениям из первой подгруппы максимальные и минимальные значения.

**Шаг 7.** Сформировать для каждого показателя по направлениям из первой подгруппы шкалы пересчета их значений в промежуточные балльные оценки.

**Шаг 8.** Определить экспертным путем важность показателей из первой группы направлений.

**Шаг 9.** Рассчитать значения показателей характеристик из первой подгруппы.

**Шаг 10.** Определить на основе сформированных шкал пересчета промежуточные балльные оценки, соответствующие рассчитанным значениям показателей характеристик из первой подгруппы.

**Шаг 11.** Вычислить локальные балльные оценки состояния объекта по направлениям, входящим в первую подгруппу.

**Шаг 12.** Построить дерево свертки, определяющее порядок свертки оценок по парам направлений в промежуточные оценки, и, наконец, в финальную комплексную оценку.

**Шаг 13.** Сформировать матрицы логической свертки для построенного дерева свертки (матрицы определяют конкретный алгоритм агрегирования пары оценок).

**Шаг 14.** Рассчитать значение **комплексной оценки (КО)**.

На рис. 2.13 представлена вход-выходная схема данного механизма.

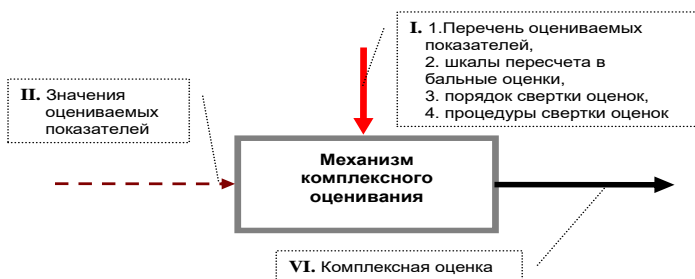


Рис. 2.13. Вход-выходная схема механизма комплексного оценивания

### Пример.

Пусть при оценке некоторого объекта выбрано три направления оценивания (рис. 2.14). Для каждого направления сформирован соответствующий набор показателей. На основе разработанных шкал значения показателей пересчитываются в балльные оценки. Затем эти оценки преобразуются в локальные оценки направлений. Для краткости обозначим эти оценки как  $O_1$ ,  $O_2$  и  $O_3$ .

Для расчета КО строится **бинарное дерево свертки**. Пусть в качестве первой пары сворачиваемых локальных оценок выбраны оценки  $O_2$  и  $O_3$ , то есть сначала производится агрегирование этих оценок в обобщенную оценку  $O_{23}$ . Затем оценка  $O_{23}$  сворачивается с оценкой  $O_1$  в комплексную оценку (рис. 2.14).

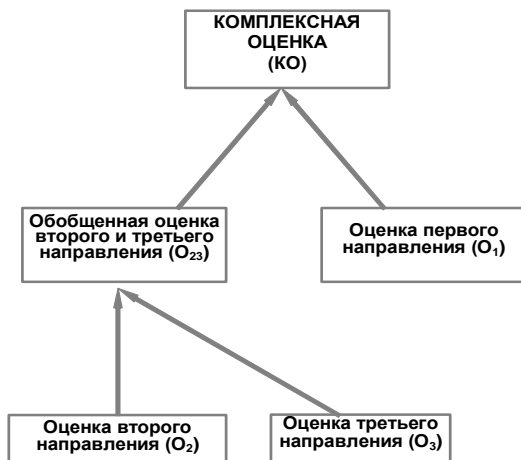


Рис. 2.14. Схема формирования комплексной оценки для трех направлений

Если выбрана четырехбалльная шкала оценок (от 1 до 4-х баллов), то матрица свертки имеет размерность  $4 \times 4$ . Пусть выбраны две изображенные на рис. 2.15 матрицы логических свертки.

$$M_1 = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 3 & 3 & 4 & 4 \\ \hline 2 & 3 & 3 & 4 \\ \hline 2 & 2 & 3 & 3 \\ \hline 1 & 2 & 2 & 3 \\ \hline \end{array} \quad M_2 = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 2 & 3 & 3 & 4 \\ \hline 2 & 2 & 3 & 4 \\ \hline 1 & 2 & 3 & 3 \\ \hline 1 & 2 & 2 & 3 \\ \hline \end{array}$$

Рис. 2.15. Матрицы логической свертки

Первая матрица ( $M_1$ ) дает обобщенную оценку  $O_{23}$  направления 2 и 3, а с помощью второй матрицы ( $M_2$ ) определяется комплексная оценка на основе обобщенной оценки  $O_{23}$  и оценки направления 1. Если  $O_1 = 2$ ,  $O_2 = 3$  и  $O_3 = 2$ , то процедуру расчета комплексной оценки можно представить, как показано на рис. 2.16.

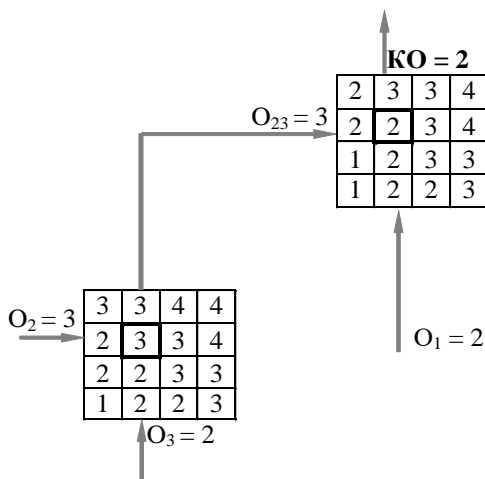


Рис. 2.16. Процедура расчета комплексной оценки

Матрица  $M_1$  агрегирует оценки  $O_2$  и  $O_3$ .  $O_2$  соответствует номеру строки в матрице  $M_1$ . Строки отсчитываются снизу-вверх.  $O_3$  соответствует номеру столбца в этой матрице. Столбцы отсчитываются слева направо. Обобщенная оценка второго и третьего направлений ( $O_{23}$ ) получается на пересечении третьей строки и второго

столбца. Из рис. 2.16 видно, что  $O_{23} = 3$ . Аналогично с помощью матрицы  $M_2$  определяется комплексная оценка.

## 2.10 Механизм стимулирования

Стимулированием называется побуждение агентов к совершению определенных действий, осуществляемое воздействием центра на их целевые функции.

Механизмом стимулирования называется правило принятия центром решений относительно материальных выплат агентам. Механизм стимулирования включает в себя систему стимулирования, определяемую функцией стимулирования, которая задает зависимость вознаграждения агента, получаемого им от центра от выбираемых действий  $y$ . Термины «механизм стимулирования», «система стимулирования», «функция стимулирования» в дальнейшем будут употребляться как синонимы.

Рассмотрим простейшую организационную систему, модель которой описывается пятью параметрами: **состав, структура, целевые функции, допустимые множества и информированность**. Структура данной системы изображена на рис. 2.17. В качестве центра может выступать работодатель, руководитель агента или организация, заключившая договор с агентом. В качестве агента может выступать наемный работник, подчиненный или организация, являющаяся второй стороной по договору. В договорах российских организаций под центром понимается «ЗАКАЗЧИК», а под агентом – «ИСПОЛНИТЕЛЬ».

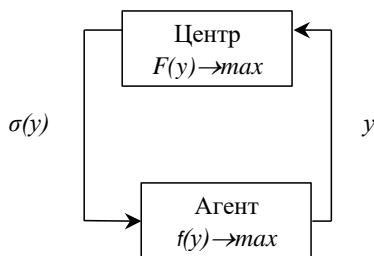


Рис. 2.17. Структура базовой организационной системы

Стратегией агента является выбор действия  $y \in Y$  (количество произведенной продукции, количество отработанных часов). Стратегией центра является выбор функции вознаграждения  $\sigma(y) \in M$ , принадлежащей допустимому множеству  $M$  и ставящей в соответствие действию агента некоторое неотрицательное вознаграждение. Множество допустимых вознаграждений  $M$  может ограничиваться законодательно (минимальным размером оплаты труда), экономическими критериями деятельности центра, тарифно-квалификационными требованиями к оплате. Множество допустимых действий – положительная полуось  $y \geq 0$ .

Выбор действия  $y$  требует от агента затрат  $c(y)$ , выраженных в денежной форме, и приносит центру доход  $H(y)$ . Интересы участников системы выражены их целевыми функциями (функциями полезности, предпочтения). Целевая функция агента – это разность между функцией стимулирования (количеством материальных выплат, которые он получает) и функцией затрат:

$$f(y) = \sigma(y) - c(y) \rightarrow \max .$$

С экономической точки зрения затраты агента можно интерпретировать как денежный эквивалент тех усилий, которые агент должен произвести для достижения действия  $y$ .

Для центра целевой функцией является разность между доходом и затратами на стимулирование агента:

$$F(y) = H(y) - \sigma(y) \rightarrow \max .$$

Функция стимулирования и доход измеряются в денежных единицах. Рациональное поведение агентов заключается в максимизации своей целевой функции путем выбора действия  $y$ . Определим информированность и порядок функционирования системы. На момент принятия решения о том, какую систему стимулирования следует установить агентам, центр имеет информацию о том, какие действия агент может выбрать и о предпочтениях агента (его целевой функции). Агент знает выбранную систему стимулирования, то есть функциональную зависимость материального вознаграждения от действия. Центр, обладая правом первого хода, сообщает агенту выбранную функцию стимулирования, после чего агент выбирает действие, максимизирующее его целевую функцию. Основная идея



стимулирования заключается в том, что, изменяя систему стимулирования, центр может побуждать агента выбирать те или иные действия. Целевая функция центра зависит от действия, выбираемого агентом.

Множество действий агента, доставляющих максимум его целевой функции, называется множеством действий, реализуемых данной системой стимулирования:

$$P(y) = \arg \max_{y \in Y} \{\sigma(y) - c(y)\}. \quad (2.39)$$

Зная, что агент выбирает действия из множества (2.39), центр должен найти систему стимулирования, которая максимизировала бы его собственную целевую функцию.

**Эффективностью системы стимулирования** называется значение целевой функции центра на множестве действий агента, реализуемых данной системой стимулирования:

$$K(\sigma) = \max_{y \in P(\sigma)} F(y).$$

**Прямая задача** синтеза оптимальной системы стимулирования заключается в выборе допустимой системы стимулирования, имеющей максимальную эффективность:

$$K(\sigma) = \max_{\sigma \in M} F(y).$$

**Обратная задача** стимулирования заключается в поиске множества систем стимулирования, реализующих заданное действие с заданными свойствами (например с минимальными затратами на стимулирование).

Предполагается, что у агента имеется альтернатива – заключить договор с другой организацией (другим центром) или получать пособие по безработице. Альтернативный доход агента обозначим  $U$ . Часто под альтернативным доходом понимается средняя заработная плата на рынке. Центр должен обеспечить агенту значение целевой функции не меньше, чем получение  $U \geq 0$ .

Задача стимулирования заключается в том, чтобы выбрать оптимальную систему стимулирования, то есть систему, имеющую максимальную эффективность:

$$\begin{cases} H(y^*) - \sigma(y^*) \rightarrow \max; \\ y^* = \arg \max_{y \in Y} \{\sigma(y) - c(y)\}; \\ \sigma(y^*) - c(y^*) \geq U. \end{cases} \quad (2.40)$$

### 2.10.1 Механизм стимулирования в одноэлементной системе

Рассмотрим следующую задачу стимулирования: центр поручает агенту выполнение работы по производству продукции, используя следующую систему стимулирования:  $\sigma(y, a) = \alpha y$ , где  $a$  – ставка оплаты единицы произведенной агентом продукции (рис. 2.17). Цена, по которой центр продает продукцию –  $p$ . Затраты агента, выраженные в денежной форме:  $c(y) = \frac{y^2}{2r}$ , где  $r$  – коэффициент, который характеризует квалификацию агента и переводит затраты в денежное выражение. Чем выше квалификация агента, тем меньше его усилия по производству продукции. Необходимо определить параметр системы стимулирования  $a$ . Запишем целевую функцию центра:

$$F(y, \alpha) = py - \alpha y \rightarrow \max$$

и целевую функцию агента:

$$f(y, \alpha) = \alpha y - \frac{y^2}{2r} \rightarrow \max.$$

Задача стимулирования формулируется:

$$\begin{cases} py^* - \alpha y^* \rightarrow \max; \end{cases} \quad (2.41)$$

$$\begin{cases} y^* = \arg \max_{y \in Y} \left\{ \alpha y - \frac{y^2}{2r} \right\}. \end{cases} \quad (2.42)$$

Данная задача решается в 2 этапа. На первом этапе из выражения (2.42) определяется реакция агента как аналитическая зависимость от параметра системы стимулирования центра  $\alpha$ . На втором этапе полученная аналитическая зависимость подставляется в фор-

мулу (2.41), получается задача безусловной оптимизации. Решая эту задачу, определим параметр системы стимулирования  $\alpha$ .

*Первый этап.* Найдем реакцию агента из решения оптимизационной задачи (2.42). Для этого продифференцируем выражение (2.42) по  $y$  и приравняем к нулю:

$$\frac{df(y, a)}{dy} = \alpha - \frac{y^*}{r} = 0.$$

Решая уравнение, определим реакцию агента:

$$y^* = \alpha r.$$

Реакция агента, то есть объем производимой им продукции, который максимизирует его прибыль, прямо пропорционален ставке оплаты продукции  $\alpha$  и квалификации агента  $r$ .

*Второй этап.* Подставим реакцию агента в целевую функцию (2.41):

$$F(\alpha) = p\alpha r - \alpha^2 r \rightarrow \max.$$

Вычислим первую производную и приравняем к нулю:

$$\frac{dF(\alpha)}{d\alpha} = pr - 2\alpha r = 0.$$

Решая уравнение, определим параметр  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{p}{2}.$$

Параметр системы стимулирования  $\alpha$  зависит только от цены продукции.

### **Пример.**

Руководитель поручает рабочему производство продукции, используя следующую систему стимулирования:  $\sigma(y, a) = \alpha y$ , где  $\alpha$  – ставка оплаты единицы произведенной агентом продукции. Цена, по которой центр продает продукцию,  $p=1000$  руб. Затраты агента, выраженные в денежной форме:  $c(y) = 0,1y^2$ . *Определить* параметр системы стимулирования  $\alpha$ .

*Решение:*

Запишем целевую функцию центра:

$$F(y, \alpha) = 1000y - \alpha y \rightarrow \max$$

и целевую функцию агента:

$$f(y, \alpha) = \alpha y - 0,1y^2 \rightarrow \max .$$

Задача стимулирования формулируется:

$$\begin{cases} 1000y^* - \alpha y^* \rightarrow \max; & (2.43) \\ y^* = \arg \max_{y \geq 0} \{ \alpha y - 0,1y^2 \}. & (2.44) \end{cases}$$

*Первый этап.* Найдем реакцию агента из решения оптимизационной задачи (2.44). Для этого продифференцируем выражение (2.44) по  $y$  и приравняем к нулю:

$$\frac{df(y, \alpha)}{dy} = \alpha - 0,2y = 0 .$$

Решая уравнение, определим реакцию агента:

$$y^* = \frac{\alpha}{0,2} .$$

*Второй этап.* Подставим реакцию агента в целевую функцию (2.43):

$$F(\alpha) = 1000 \frac{\alpha}{0,2} - \alpha \frac{\alpha}{0,2} \rightarrow \max .$$

Вычислим первую производную и приравняем к нулю:

$$\frac{dF(\alpha)}{d\alpha} = \frac{1000}{0,2} - 2 \frac{\alpha}{0,2} = 0 .$$

Решая уравнение, определим параметр  $\alpha$ :

$$\alpha = 500 .$$

## 2.10.2 Механизм стимулирования в многоэлементной системе с независимыми исполнителями

В реальных организациях присутствует множество агентов. Рассмотрим многоэлементную систему (рис. 2.18).

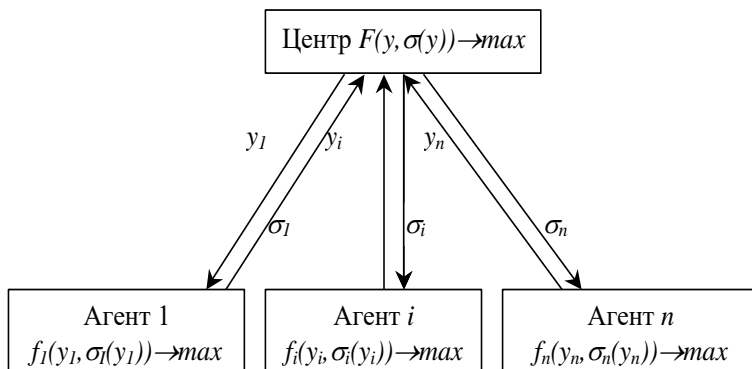


Рис. 2.18. Многоэлементная система с независимыми исполнителями

Здесь  $F$  – целевая функция руководства;  $y$  – вектор, компонентами которого являются действия исполнителя  $y = \{y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n\}$ ;  $\sigma(y)$  – денежное вознаграждение (функция стимулирования);  $f_i(y_i)$  – целевая функция  $i$ -ого исполнителя;  $H(y)$  – совокупный доход руководства от действия всех исполнителей;  $C_i(y_i)$  – функция затрат исполнителя, выраженная в денежно эквиваленте и представляющая собой процедуру перевод физических, умственных и других усилий исполнителя в денежные единицы.

Пусть затраты исполнителей описываются зависимостью вида:

$$C_i(y_i) = \frac{y_i^2}{2r_i}$$

где  $r_i$  – коэффициент, отражающий уровень квалификации, должен иметь размерность такую, чтобы функция имела результат в денежных единицах.

Целевая функция  $i$ -го агента

$$f_i(y_i) = \sigma_i(y_i) - c_i(y_i) \rightarrow \max ,$$

Целевая функция центра

$$F_i(y_i) = H(y) - \sum_{i=1}^n \sigma_i(y_i) \rightarrow \max ,$$

где  $H(y)$  – доход центра, который зависит от действий всех агентов  $y = (y_1, \dots, y_n)$ ,  $\sum_{i=1}^n \sigma_i(y_i)$  – суммарные затраты центра на стимулирование.

Сформируем задачу стимулирования для системы со слабо связанными агентами:

$$\left\{ \begin{array}{l} H(y^*) - \sum_{i=1}^n \sigma_i(y_i^*) \rightarrow \max; \end{array} \right. \quad (2.45)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} y_i^* = \arg \max_{y_i \geq 0} \{ \sigma_i(y_i) - c_i(y_i) \}, \quad i = 1, n; \end{array} \right. \quad (2.46)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n \sigma_i(y_i^*) \leq R; \end{array} \right. \quad (2.47)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_i(y_i^*) - c_i(y_i^*) \geq U. \end{array} \right. \quad (2.48)$$

Условие (2.45) учитывает ограниченность фонда заработной платы  $R$ . Данная задача решается в два этапа. На первом этапе из выражения (2.46) определяется действие агента как аналитическая зависимость от параметров системы стимулирования центра. На втором этапе полученная аналитическая зависимость подставляется в формулу (2.45), таким образом, получается задача условной оптимизации. Решая эту задачу методом Лагранжа, определяют параметры системы стимулирования.

Рассмотрим задачу стимулирования с квадратичной функцией затрат агентов и пропорциональной системой стимулирования. Руководитель (центр) поручает работу бригаде, состоящей из  $n$ -агентов. Центр использует пропорциональную систему стимулирования:  $\sigma_i(y_i) = \alpha_i y_i$ , где  $\alpha_i$  – ставка оплаты единицы произведенной  $i$ -м агентом продукции.

Известна функция затрат каждого агента:  $c_i(y_i) = \frac{y_i^2}{2r_i}$ , где  $r_i$  – коэффициент, который характеризует квалификацию  $i$ -го агента и переводит

затраты в денежное выражение. Чем выше квалификация агента, тем меньше его усилия по производству продукции. Известна рыночная цена, по которой продается продукция  $p$ , фонд заработной платы бригады  $R$ . Требуется определить параметры системы стимулирования  $\alpha_i$ . Сформулируем задачу стимулирования:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n y_i^* p - \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i^* \rightarrow \max; \end{array} \right. \quad (2.49)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} y_i^* = \arg \max_{y_i \geq 0} \{ \alpha_i y_i - \frac{y_i^2}{2r_i} \}, \quad i = 1, n; \end{array} \right. \quad (2.50)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i \leq R. \end{array} \right. \quad (2.51)$$

*Первый этап.* Из выражения (2.50) определим реакцию агента. Для нахождения экстремума функции одной переменной продифференцируем функцию и приравняем к нулю:

$$\frac{df_i(y_i)}{dy_i} = \alpha_i - \frac{y_i}{r_i} = 0.$$

Из решения уравнения следует  $y_i^* = \alpha_i r_i$ . Стратегия агента по сравнению с одноэлементной задачей не изменилась. Объем произведенной продукции  $i$ -го агента прямо пропорционален ставке оплаты единицы продукции  $\alpha_i$  и квалификации  $r_i$ .

*Второй этап.* Подставим  $y_i^* = \alpha_i r_i$  в выражение для целевой функции центра (2.49) и ограничение (2.50), получим задачу на условный экстремум:

$$\left\{ \begin{array}{l} F(\alpha_i) = \sum_{i=1}^n \alpha_i r_i p - \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 r_i \rightarrow \max; \\ \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 r_i \leq R. \end{array} \right.$$

Для ее решения применим метод множителей Лагранжа. Запишем функцию Лагранжа:

$$L(\alpha_i) = \sum_{i=1}^n \alpha_i r_i p - \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 r_i + \lambda [R - \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 r_i].$$

Найдем частные производные от функции Лагранжа по неизвестным:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial \alpha_i} = pr_i - 2\alpha_i r_i + 2\lambda \alpha_i r_i = 0, \quad i = 1, n; \end{array} \right. \quad (2.52)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial \lambda} = \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 r_i - R = 0. \end{array} \right. \quad (2.53)$$

Вынесем в выражении (2.52) общий множитель за скобки:

$$2\alpha_i r_i \left( \frac{p}{2\alpha_i} - 1 + \lambda \right) = 0.$$

Два множителя равны нулю, когда хотя бы один из них равен нулю. Первый множитель не может быть равен нулю из экономического смысла. Значит, нулю равен второй множитель:

$$\frac{p}{2\alpha_i} - 1 + \lambda = 0.$$

Решая уравнение, получаем

$$\alpha_i = \frac{p}{2(1-\lambda)} = \alpha = const. \quad (2.54)$$

Получилось, что параметры функций стимулирования для всех агентов одинаковы. Из ограничения (2.53) определяем параметр системы стимулирования:

$$\alpha = \sqrt{\frac{R}{\sum_{i=1}^n r_i}}.$$

Ставка оплаты единицы продукции прямо пропорциональна фонду заработной платы и обратно пропорциональна сумме квалификаций агентов. *Система стимулирования, в которой зависи-*



**мость вознаграждения от действий агентов одинакова, называется унифицированной.**

**Пример.**

Руководитель поручает работу бригаде, состоящей из двух рабочих. Центр использует пропорциональную систему стимулирования:  $\sigma_i(y_i) = \alpha_i y_i$ , где  $\alpha_i$  – ставка оплаты единицы произведенной  $i$ -м агентом продукции. Известна функция затрат каждого агента:  $c_1(y_1) = 0,4y_1^2$ ,  $c_2(y_2) = 0,6y_2^2$ . Рыночная цена, по которой продается продукция  $p=1000$  руб., фонд заработной платы бригады  $R=20000$  руб. *Определить* параметры системы стимулирования  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ .

*Решение.* Сформулируем задачу стимулирования:

$$\begin{cases} 1000y_1^* + 1000y_2^* - \alpha_1 y_1^* - \alpha_2 y_2^* \rightarrow \max; & (2.55) \\ y_1^* = \arg \max_{y_1 \geq 0} (\alpha_1 y_1 - 0,4y_1^2); & (2.56) \\ y_2^* = \arg \max_{y_2 \geq 0} (\alpha_2 y_2 - 0,6y_2^2); & (2.57) \\ \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 \leq 20000. & (2.58) \end{cases}$$

*Первый этап.* Из выражения (2.56) и (2.57) определим реакцию агентов. Для нахождения экстремума функции одной переменной продифференцируем функции и приравняем к нулю:

$$\frac{df_1(y_1)}{dy_1} = \alpha_1 - 0,8y_1 = 0, \quad \frac{df_2(y_2)}{dy_2} = \alpha_2 - 1,2y_2 = 0.$$

Из решения уравнений следует  $y_1^* = \frac{5\alpha_1}{4}$ ,  $y_2^* = \frac{5\alpha_2}{6}$ .

*Второй этап.* Подставив  $y_1^* = \frac{5\alpha_1}{4}$  и  $y_2^* = \frac{5\alpha_2}{6}$  в выражение для целевой функции центра (2.55) и ограничение (2.58), получим задачу на условный экстремум:

$$\begin{cases} 1000 \frac{5\alpha_1}{4} + 1000 \frac{5\alpha_2}{6} - \frac{5\alpha_1^2}{4} - \frac{5\alpha_2^2}{6} \rightarrow \max; \\ \frac{5\alpha_1^2}{4} + \frac{5\alpha_2^2}{6} \leq 20000. \end{cases}$$

Для ее решения применим метод множителей Лагранжа. Запишем функцию Лагранжа:

$$L(\alpha_i) = 1250\alpha_1 + \frac{2500\alpha_2}{3} - \frac{5\alpha_1^2}{4} - \frac{5\alpha_2^2}{6} + \lambda(20000 - \frac{5\alpha_1^2}{4} - \frac{5\alpha_2^2}{6}).$$

Найдем частные производные от функции Лагранжа по неизвестным  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  и  $\lambda$ :

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial \alpha_1} = 1250 - \frac{10\alpha_1}{4} + 10\lambda \frac{\alpha_1}{4} = 0; & (2.59) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial \alpha_2} = \frac{2500}{3} - \frac{10\alpha_2}{6} + 10\lambda \frac{\alpha_2}{6} = 0; & (2.60) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 20000 - \frac{5\alpha_1^2}{4} - \frac{5\alpha_2^2}{6} = 0. & (2.61) \end{cases}$$

Выразим из (2.59) и (2.60) неизвестные  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ :

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{500}{(1-\lambda)} = \alpha.$$

Получилось, что параметры функций стимулирования для обоих агентов одинаковы. Из ограничения (2.61) определяем параметр системы стимулирования:

$$\alpha = \sqrt{\frac{20000}{\frac{5}{4} + \frac{5}{6}}} = \sqrt{\frac{20000}{\frac{50}{24}}} = 97,98.$$

Данная система стимулирования является унифицированной.

### ***2.10.3 Механизм стимулирования в многоэлементной системе с сильно связанными (зависимыми) исполнителями***

Факт зависимости исполнителя означает, что действия исполнителя зависят (в общем случае) от действий других исполнителей. Подобная ситуация имеет место, например, при конвейерной форме организации производства.

Многоэлементная система с сильно связанными агентами представлена на рис. 2.19.

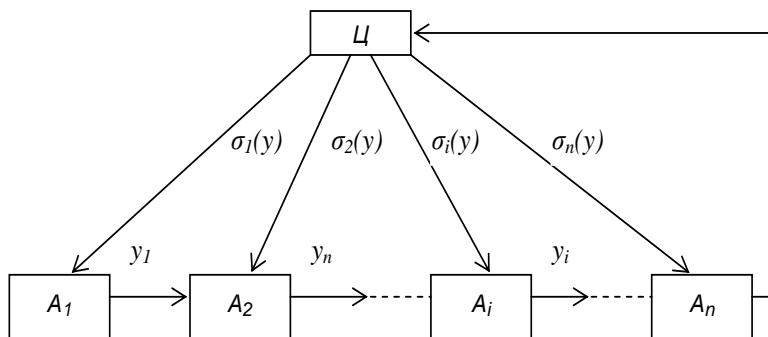


Рис. 2.19. Многоэлементная система с сильно связанными агентами

Вектор действия всех агентов  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ . Интересы и предпочтения участников организационной системы выражены их целевыми функциями. Целевая функция центра  $F(\sigma, y)$  представляет собой разность между его доходом и суммарным вознаграждением, выплачиваемым агентам:

$$F(\sigma, y) = H(y) - \sum_{i=1}^n \sigma_i(y).$$

Целевая функция  $i$ -го агента  $f_i(\sigma_i, y)$  представляет собой разность между стимулированием, получаемым от центра и затратами:

$$f_i(\sigma_i, y) = \sigma_i(y) - c_i(y).$$

Центру и агентам в момент принятия решения о выбираемых решениях известны целевые функции и допустимые множества всех участников систем.

Рассмотрим систему стимулирования с сильно связанными агентами. Руководитель (центр) поручает работу бригаде, состоящей из 2 рабочих. Рабочие (агенты) изготавливают однородную продукцию объемом  $y_i$ , которую центр продает по цене  $p$ . Центр использует пропорциональную систему стимулирования  $\sigma(y_i, \alpha_i) = \alpha_i y_i$ , где  $\alpha_i$  – ставка оплаты единицы продукции. Затраты агентов определяются

соответственно  $c_1(y_1, y_2) = \beta_1(y_1 + \gamma_1 y_2)^2$ ,  $c_2(y_1, y_2) = \beta_2(y_2 + \gamma_2 y_1)^2$ . Фонд заработной платы, которым располагает центр составляет  $R$  денежных единиц. Определить ставку оплаты единицы продукции  $\alpha_i$ .

Запишем целевую функцию центра:

$$F = p(y_1 + y_2) - \alpha_1 y_1 - \alpha_2 y_2 \rightarrow \max$$

и целевые функции агентов:

$$f_1(y_1, y_2, \alpha_1) = \alpha_1 y_1 - \beta_1(y_1 + \gamma_1 y_2)^2 \rightarrow \max ;$$

$$f_2(y_1, y_2, \alpha_2) = \alpha_2 y_2 - \beta_2(y_2 + \gamma_2 y_1)^2 \rightarrow \max .$$

Сформулируем задачу стимулирования:

$$\left\{ \begin{array}{l} p(y_1^* + y_2^*) - \alpha_1 y_1^* - \alpha_2 y_2^* \rightarrow \max; \\ y_1^* = \arg \max_{y_1 \geq 0} (\alpha_1 y_1 - \beta_1(y_1 + \gamma_1 y_2)^2); \\ y_2^* = \arg \max_{y_2 \geq 0} (\alpha_2 y_2 - \beta_2(y_2 + \gamma_2 y_1)^2) \end{array} \right.$$

**Первый этап.** Найдем реакции агентов из решения оптимизационной задачи. Для этого продифференцируем второе и третье выражения по  $y_1$  и  $y_2$  соответственно и приравняем их к нулю:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{df_1(y_1, y_2, \alpha_1)}{dy_1} = \alpha_1 - 2\beta_1(y_1 + \gamma_1 y_2) = 0; \\ \frac{df_2(y_1, y_2, \alpha_2)}{dy_2} = \alpha_2 - 2\beta_2(y_2 + \gamma_2 y_1) = 0. \end{array} \right.$$

Решая эту систему, получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} y_1^* = \frac{\alpha_1 - 2\beta_1\gamma_1 y_2}{2\beta_1}; \\ y_2^* = \frac{\alpha_2 - 2\beta_2\gamma_2 y_1}{2\beta_2}. \end{array} \right.$$

Подставим второе уравнение в первое, после преобразований получим:

$$y_1^* = \frac{\beta_2 \alpha_1 - \beta_1 \gamma_1 \alpha_2}{2\beta_1 \beta_2 (1 - \gamma_1 \gamma_2)}. \quad (2.62)$$

Аналогично найдем реакцию второго агента:

$$y_2^* = \frac{\beta_1 \alpha_2 - \beta_2 \gamma_2 \alpha_1}{2\beta_1 \beta_2 (1 - \gamma_1 \gamma_2)}. \quad (2.63)$$

**Второй этап.** Подставим реакции агентов (2.62), (2.63) в целевую функцию центра:

$$F = p \left( \frac{\beta_2 \alpha_1 - \beta_1 \gamma_1 \alpha_2}{2\beta_1 \beta_2 (1 - \gamma_1 \gamma_2)} + \frac{\beta_1 \alpha_2 - \beta_2 \gamma_2 \alpha_1}{2\beta_1 \beta_2 (1 - \gamma_1 \gamma_2)} \right) - \\ - \alpha_1 \frac{\beta_2 \alpha_1 - \beta_1 \gamma_1 \alpha_2}{2\beta_1 \beta_2 (1 - \gamma_1 \gamma_2)} - \alpha_2 \frac{\beta_1 \alpha_2 - \beta_2 \gamma_2 \alpha_1}{2\beta_1 \beta_2 (1 - \gamma_1 \gamma_2)} \rightarrow \max$$

После преобразований получим:

$$p \alpha_1 \beta_2 (1 - \gamma_2) + p \alpha_2 \beta_1 (1 - \gamma_1) - \beta_2 \alpha_1^2 - \\ - \beta_1 \alpha_2^2 + \alpha_1 \alpha_2 (\beta_1 \gamma_1 + \beta_2 \gamma_2) \rightarrow \max$$

Продифференцировав это выражение по  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  и приравняв производные нулю, получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dF}{d\alpha_1} = \beta_2 p (1 - \gamma_2) - 2\beta_2 \alpha_1 + \alpha_2 (\beta_1 \gamma_1 + \beta_2 \gamma_2) = 0; \\ \frac{dF}{d\alpha_2} = \beta_1 p (1 - \gamma_1) - 2\beta_1 \alpha_2 + \alpha_1 (\beta_1 \gamma_1 + \beta_2 \gamma_2) = 0. \end{cases}$$

Выразим из второго уравнения второй параметр:  $\alpha_2 = \frac{p\beta_1(1-\gamma_1) + \alpha_1(\beta_1\gamma_1 + \beta_2\gamma_2)}{2\beta_1}$  и подставим его в первое уравнение:

$$\beta_2 p (1 - \gamma_2) - 2\beta_2 \alpha_1 + (\beta_1 \gamma_1 + \beta_2 \gamma_2) \frac{p\beta_1(1-\gamma_1) + \alpha_1(\beta_1\gamma_1 + \beta_2\gamma_2)}{2\beta_1} = 0.$$

Решая полученное уравнение, найдем первый параметр:

$$\alpha_1 = \frac{\beta_1 p (2\beta_2(1-\gamma_2) + (1-\gamma_1) \cdot (\beta_1\gamma_1 + \beta_2\gamma_2))}{4\beta_1\beta_2 - (\beta_1\gamma_1 + \beta_2\gamma_2)^2}.$$

Аналогично найдем второй параметр:

$$\alpha_2 = \frac{\beta_2 p (2\beta_1(1-\gamma_1) + (1-\gamma_2) \cdot (\beta_1\gamma_1 + \beta_2\gamma_2))}{4\beta_1\beta_2 - (\beta_1\gamma_1 + \beta_2\gamma_2)^2}.$$

### Пример.

Руководитель (центр) поручает работу бригаде, состоящей из 2 рабочих. Рабочие (агенты) изготавливают однородную продукцию объемом  $y_i$ , которую центр продает по цене  $p=1500$ . Центр использует пропорциональную систему стимулирования  $\sigma(y_i, \alpha_i) = \alpha_i y_i$ , где  $\alpha_i$  – ставка оплаты единицы продукции. Затраты агентов определяются соответственно  $c_1(y_1, y_2) = 14(y_1 + 0,1y_2)^2$ ,  $c_2(y_1, y_2) = 22(y_2 + 0,5y_1)^2$ . Фонд заработной платы, которым располагает центр составляет  $R=37000$  денежных единиц. **Определить** ставку оплаты единицы продукции  $\alpha_i$ .

**Решение.** Запишем целевую функцию центра:

$$F = 1500(y_1 + y_2) - \alpha_1 y_1 - \alpha_2 y_2 \rightarrow \max$$

и целевые функции агентов:

$$f_1(y_1, y_2, \alpha_1) = \alpha_1 y_1 - 14(y_1 + 0,1y_2)^2 \rightarrow \max ;$$

$$f_2(y_1, y_2, \alpha_2) = \alpha_2 y_2 - 22(y_2 + 0,5y_1)^2 \rightarrow \max .$$

Сформулируем задачу стимулирования:

$$\begin{cases} 1500(y_1^* + y_2^*) - \alpha_1 y_1^* - \alpha_2 y_2^* \rightarrow \max; \\ y_1^* = \arg \max_{y_1 \geq 0} \{ \alpha_1 y_1 - 14(y_1 + 0,1y_2)^2 \}; \\ y_2^* = \arg \max_{y_2 \geq 0} \{ \alpha_2 y_2 - 22(y_2 + 0,5y_1)^2 \} \end{cases}$$

**Первый этап.** Найдем реакцию первого агента из решения оптимизационной задачи. Для этого продифференцируем целевую функцию агента по  $y_1$  и приравняем к нулю:

$$\frac{df_1(y_1, y_2, \alpha_1)}{dy_1} = \alpha_1 - 28(y_1^* + 0,1y_2^*) = 0.$$

Решая уравнение, определим реакцию первого агента  $y_1^* = \frac{\alpha_1}{28} - 0,1y_2^*$ .

Аналогично найдем реакцию второго агента  $y_2^* = \frac{\alpha_2}{44} - 0,5y_1^*$ .

Решив систему уравнений  $\begin{cases} y_1^* = \frac{\alpha_1}{28} - 0,1y_2^* \\ y_2^* = \frac{\alpha_2}{44} - 0,5y_1^* \end{cases}$  относительно  $y_1^*$  и

$y_2^*$ , получим реакции агентов:

$$y_1^* = \frac{5\alpha_1}{133} - \frac{\alpha_2}{418}, \quad y_2^* = \frac{5\alpha_2}{209} - \frac{5\alpha_1}{266}.$$

**Второй этап.** Подставим реакции агентов в целевую функцию центра:

$$F = 1500 \left( \frac{5\alpha_1}{133} - \frac{\alpha_2}{418} + \frac{5\alpha_2}{209} - \frac{5\alpha_1}{266} \right) - \alpha_1 \left( \frac{5\alpha_1}{133} - \frac{\alpha_2}{418} \right) - \alpha_2 \left( \frac{5\alpha_2}{209} - \frac{5\alpha_1}{266} \right) \rightarrow \max$$

Продифференцировав это выражение по  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  и приравняв нулю, получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dF}{d\alpha_1} = \frac{3750}{133} - \frac{10\alpha_1}{133} + \frac{31\alpha_2}{1463} = 0; \\ \frac{dF}{d\alpha_2} = \frac{6750}{209} - \frac{10\alpha_2}{209} + \frac{31\alpha_1}{1463} = 0. \end{cases}$$

Решив полученную систему уравнений, определим параметры системы стимулирования  $\alpha_1 = 645,83$ ,  $\alpha_2 = 961,01$ .

Таким образом, параметры функций стимулирования для обоих агентов разные.

## 2.11 Механизм экспертизы

Экспертиза – это метод решения задач, основанный на использовании суждений специалистов (экспертов). Этот метод характеризуется следующими положениями: в решении участвует группа экспертов; решение базируется на опыте и интуиции экспертов; решение формируется в виде коллективного экспертного суждения, получаемого на основе агрегирования индивидуальных суждений экспертов.

Экспертные суждения, выраженные в количественной форме или по своему характеру интерпретируемые как оценочные, называются экспертными оценками.

Выявление индивидуальных экспертных суждений называется экспертным опросом. Результат экспертизы или итоговая экспертная оценка существенным образом зависит от механизма (процедуры) формирования итоговой экспертной оценки.

Для моделирования механизма возможно проведение имитационной игры, позволяющей оценить различные процедуры формирования итоговой экспертной оценки, а также квалифицировать подготовку и добросовестность экспертов, оценивающих ожидаемый эффект.

Решения, принимаемые в процессе управления социально-экономическими системами, имеют, как правило, дискретный характер: разрешить-запретить, усилить-ослабить и т.п. Это обстоятельство позволяет строить систему комплексного оценивания, используя в качестве основы укрупненные качественные показатели с небольшим количеством оценочных градаций (например, 4). Такой подход позволяет для оценки исходных данных широко использовать экспертные методы, вводить достаточно простые правила агрегации для формирования обобщенного показателя.

Участники игры – это эксперты, перед которыми стоит задача оценить существующий ожидаемый эффект. В идеальном случае, каждый эксперт в соответствии со своим представлением что такое «хорошо» и что такое «плохо», сообщает свое мнение о приоритетном направлении, причем говорит то, что он искренне думает. В этом случае при достаточно большом числе экспертов итоговое мнение достаточно объективно. Однако довольно часто эксперты заинтересованы в результатах экспертизы, другими словами, каждый эксперт



заинтересован в том, чтобы итоговая оценка была как можно ближе к его субъективному мнению.

Таким образом, предполагается, что для каждого эксперта существует собственная истинная оценка эффекта, а оценка, которую высказывает эксперт при проведении экспертизы, может существенно отличаться от его истинной оценки.

В игре моделируется функционирование организационной системы, состоящей из игроков-экспертов и Центра – организатора экспертизы. Центр организует экспертизу некоторого приоритетного направления и заинтересован получить наиболее точную экспертную оценку эффекта. Игроки-эксперты заинтересованы, как уже говорилось выше, получить экспертную оценку, близкую к собственной истинной оценке. В игре анализируются различные процедуры формирования итоговой экспертной оценки.

Цель игры заключается в том, чтобы проиллюстрировать существующие процедуры формирования итоговой экспертной оценки: среднее арифметическое всех оценок экспертов, среднее арифметическое без максимальной оценки, среднее арифметическое без минимальной оценки, среднее арифметическое без минимальной и максимальной оценки, среднее геометрическое, среднее квадратическое и, неманипулируемые процедуры оценивания. Выяснить особенности каждой процедуры свертки. Выбрать наиболее подходящую процедуру, т.е. процедуру, обеспечивающую наименьшее отклонение полученной итоговой экспертной оценки от объективного итогового мнения.

В данной игре роль Центра сводится к выбору такой процедуры формирования итоговой экспертной оценки, которая дает наиболее объективную информацию об оцениваемом проекте.

Задача экспертов заключается в выборе такой стратегии поведения, то есть сообщать о приоритетном направлении такие оценки, чтобы полученная на основе процедуры свертки итоговая экспертная оценка объекта как можно больше соответствовала его субъективному мнению.

Введем следующие обозначения:

$n$  – количество игроков-экспертов;

$r_i$  – истинная оценка эффекта приоритетного направления для  $i$ -го эксперта;

$s_i$  – оценка, которую дает  $i$ -й эксперт при проведении экспертизы, причем  $s \in [d; D]$ , где  $d$  и  $D$  соответственно, нижняя и верхняя границы оценки;

$x$  – результирующая экспертная оценка эффекта приоритетного направления.

Будем предполагать, что результирующая оценка определяется на основе некоторой функции свертки  $\pi(s)$ , то есть  $x$  определяется как  $x = \pi(s)$ .

Тогда целевая функция игрока записывается в виде:

$$f_i = |\pi(s) - r_i| \rightarrow \min$$

Его задача минимизировать эту функцию.

Функция свертки должна удовлетворять трем принципиальным условиям:

- 1) монотонность;
- 2) непрерывность;
- 3) условие единогласия:  $\pi(a, a, \dots, a) = a$ .

В игре моделируется несколько функций свертки.

а) Среднее арифметическое всех оценок экспертов

$$\pi_i(s) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n s_j,$$

б) Среднее геометрическое

$$\pi_i(s) = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_j},$$

в) Среднее квадратическое

$$\pi_i(s) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n s_j^2}.$$

В игру для увеличения числа экспертов могут быть подключены автоматы. Один из алгоритмов, используемых для автоматов, реализует гипотезу индикаторного поведения игрока, описанную выше.

Прежде чем приступить к проведению игры, желательно выяснить условия существования ситуации равновесия. Для определенности, в качестве решения игры будем рассматривать ситуацию равновесия Нэша, т.е. ситуацию  $s_i^*$ , такую, что

$$|\pi(s_i^*) - r_i| = \min_{z \in [d, D]} |\pi(s_{j \neq i}, z) - r_i|, \quad i=1, \dots, n.$$

Кроме трех предложенных процедур формирования результирующей оценки при проведении экспертизы могут использоваться еще три процедуры

з) Среднее арифметическое без максимальной оценки

$$\pi_i(s) = \frac{1}{n-k} \left( \sum_{j=1}^n s_j - k \max_i s_i \right)$$

где  $k$  – количество экспертов, дающих максимальную оценку. Если  $s_j = \max \tilde{s}$  для любого  $j=1, \dots, n$ , то  $\pi(s) = \tilde{s}$ .

д) Среднее арифметическое без минимальной оценки

$$\pi_i(s) = \frac{1}{n-m} \left( \sum_{j=1}^n s_j - m \min_i s_i \right),$$

где  $m$  – количество экспертов, давших минимальную оценку (если  $s_j = \min \tilde{s}$  для любого  $j=1, \dots, n$ , то  $\pi(s) = \tilde{s}$ ).

е) Среднее арифметическое без максимальной и минимальной оценки

$$\pi_i(s) = \frac{1}{n-k-m} \left( \sum_{j=1}^n s_j - k \max_i s_i - m \min_i s_i \right).$$

Если  $k+m=n$ , то итоговая оценка формируется как среднее арифметическое всех экспертов.

Рассмотренные подходы могут быть использованы в случае сообщения экспертами достоверной информации.

**Пример. Исследование механизма экспертизы.**

Имеется 3 эксперта. Оценку можно сообщать в диапазоне  $s_i = [0; 1]$ . Пусть у экспертов существуют следующие истинные суждения об оцениваемом объекте:

$$r_1 = 0,3; r_2 = 0,5; r_3 = 0,7.$$

В качестве функции свертки возьмем среднее арифметическое. Предположим, что эксперты заинтересованы в минимизации своей

целевой функции  $f_i = |\pi(s) - r_i| \rightarrow \min$ . Пусть все эксперты сообщили достоверную информацию:

$$s_1 = r_1; s_2 = r_2; s_3 = r_3.$$

$$\text{Тогда } x^* = \frac{0,3 + 0,5 + 0,7}{3} = 0,5;$$

$$f_1 = 0,5 - 0,3 = 0,2; f_2 = 0,5 - 0,5 = 0; f_3 = |0,5 - 0,7| = 0,2.$$

Первый эксперт заинтересован в снижении итоговой оценки экспертизы, для этого ему надо сообщить меньшую, чем его истинное суждение оценку. Третий эксперт, наоборот, хочет «сдвинуть» эту оценку вверх, следовательно, ему надо завышать сообщаемую оценку. Второго эксперта все устраивает и, очевидно, он не будет менять свою оценку. Из этого простого примера, можно сделать следующие важные выводы:

1) В том случае, если для каких-то экспертов истинное суждение меньше итоговой оценки экспертизы ( $r_i < x^*$ ) – для них оптимальной стратегией будет сообщение минимального значения из диапазона  $[d; D]$ :

$$s_i^* = d;$$

2) Если для каких-то экспертов истинное суждение больше итоговой оценки экспертизы ( $r_i > x^*$ ) – для них оптимальной стратегией будет сообщение максимального значения из диапазона  $[d; D]$ :

$$s_i^* = D;$$

3) Если эксперт сообщает оценку отличную от границ диапазона  $[d; D]$ , то значит он высказывает свое истинное мнение. То есть среди множества экспертов может существовать (а может и нет) так называемый «эксперт-диктатор», истинное суждение которого представляет собой объективную итоговую оценку экспертизы. Если удастся определить номер этого эксперта, то тогда в качестве итоговой оценки экспертизы берется его выставленная оценка.

Для определения номера такого эксперта составим возрастающую последовательность истинных суждений экспертов:

$$r_1 < r_2 < \dots < r_n$$

Введем в рассмотрение убывающую числовую последовательность:  $w_0 > w_1 > \dots > w_{n-1}$ , которая формируется путем последова-

тельного перебора всех номеров  $i$  от 0 до  $n$ . При  $i=0$  предполагается, что все  $n$  экспертов сообщили максимальную оценку. Тогда  $w_0 = \frac{D+D+\dots+D}{n} = D$ . При  $i=1$  – один эксперт сообщил минимальную оценку, а остальные  $(n-1)$  экспертов – максимальную. Тогда  $w_1 = \frac{d+D+\dots+D}{n}$ . Очевидно, что  $w_n = \frac{d+d+\dots+d}{n} = d$ .

Доказано, что рассмотренные выше числовые последовательности пересекаются. Определим крайнюю правую точку  $K$  пересечения данных последовательностей:

$$K = \max \min (r_i; w_{i-1}); i = 1 \dots n$$

Вернемся к нашему числовому примеру:

$$i = 1 \quad r_1 = 0,3 \quad w_0 = \frac{1+1+1}{3} = 1;$$

$$i = 2 \quad r_2 = 0,5 \quad w_1 = \frac{0+1+1}{3} = \frac{2}{3};$$

$$i = 3 \quad r_3 = 0,7 \quad w_2 = \frac{0+0+1}{3} = \frac{1}{3}.$$

В каждой строчке из пары  $r_i$  и  $w_{i-1}$  выбираем минимальное значение. Получаем последовательность:

$$0,3; 0,5; \frac{1}{3}$$

Из этих чисел выбираем максимальное, которое равно 0,5. Данное число соответствует номеру  $K = 2$ : «диктатором» является второй эксперт.

Рассмотренный выше пример позволяет предложить прямой механизм экспертизы, при которых высказанные оценки экспертов будут упорядочены в порядке возрастания:

$$s_1 < s_2 < \dots < s_n$$

Итоговая оценка экспертизы при этом определяется по следующему правилу:

$$x^* = \max \min (s_i; w_{i-1}); i = 1 \dots n$$

Следует отметить, что данный прямой механизм экспертизы обеспечивает в равновесном состоянии сообщение достоверных оценок экспертов.

## ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 2

1. Большие системы: моделирование организационных механизмов / В.Н. Бурков, Б. Данев, А.К. Еналеев [ и др.]. М.: Наука, 1989.
2. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2001.
3. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами: учеб. М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2009.
4. Milgrom P. Roberts J. Economics, Organization and Management. Prentice Hall. 1992.
5. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: Физматлит, 2007.
6. Чхартишвили А.Г. Теоретико-игровые модели информационного управления. М.: ПМСОФТ, 2004.

## **ГЛАВА 3 МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ В КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУРАХ**

### **3.1 Особенности создания и функционирования корпоративных структур**

Образование интегрированных корпоративных структур (ИКС) имеет большое макроэкономическое значение. Главной целью создания ИКС является объединение материальных, нематериальных активов и финансовых ресурсов ее участников для повышения конкурентоспособности и эффективности производства, создания рациональных технологических и кооперационных связей, увеличения экспортного потенциала, ускорения научно-технического прогресса, конверсии оборонных предприятий и привлечения инвестиций.

В работе [2] отмечается, что становление новых интегрированных производственных (финансово- производственных, производственно-торговых) корпоративных структур, ориентированных на платежеспособный спрос – один из ключевых факторов изменения традиционной системы управления промышленностью. Поэтому государство должно выработать экономическую стратегию управления, адекватную рыночным преобразованиям. Эта стратегия должна включать в себя ряд взаимосвязанных направлений работы. Во-первых, подготовка и принятие законодательных основ и нормативных правил федерального и регионального уровней, регулирующих деятельность ИКС, контроль за их соблюдением, формирование приоритетов и ключевых задач промышленной политики, подготовка государственных программ поддержки приоритетных направлений развития промышленного комплекса и малого бизнеса, ограничение монополизма и стимулирование конкуренции.

Во-вторых, формирование корпоративных органов экономического регулирования на базе крупных ИКС разных форм собственности. Причем главный признак ИКС – наличие в объединении специа-

лизированной управляющей компании – должен выражаться в следующих функциях управленческой деятельности:

- обеспечение рациональных (партнерских, договорных) связей с государственными органами управления;
- подготовка, координация и контроль за выполнением корпоративных планов и программ совместной деятельности хозяйствующих субъектов;
- привлечение внешних инвесторов;
- разработка и реализация корпоративной стратегии деятельности на фондовом рынке;
- выполнение других управленческих функций, связанных с защитой и реализацией интересов акционеров.

В-третьих, создание стройной системы органов управления, охватывающих все корпоративное пространство (государственные и муниципальные предприятия, внутрифирменное управление и т.д.). Однако, в условиях переходной экономики многие правовые вопросы еще не отрегулированы и зачастую имеют взаимоисключающие положения. Становление ИКС как имманентной рыночной структуры в России сопряжено с рядом отрицательных моментов.

Это, прежде всего, сохранение прежних административно-командных функций отраслевых министерств под вывеской вновь образованных «корпораций», «ассоциаций», «концернов», «холдингов». Таким образом, еще раз подтверждается актуальность задачи формирования корпоративного права как основы стратегии управления корпорацией и как теоретической правовой основы реального корпоративного звена экономики. Ныне действующая нормативно-правовая база в основном обеспечивает государственную поддержку ИКС, а значит, и зависимость от государственных чиновников, что, в известной мере, противоречит идее корпорации как самостоятельного конкурентоспособного звена экономики [3].

Опасности, возникающие на микроуровне, связанные с функционированием ИКС, можно свести к следующим:

- в крупных корпорациях и их объединениях нередко имеют место бюрократизация и злоупотребления контрольно-управленческими функциями. Причем, чем менее связаны (с точки зрения технологии, коммерческого оборота и т.п.) предприятия, объединенные в ИКС, тем острее проявляются негибкость и несовершенство их внутреннего управления;



- в крупных ИКС нередко возникает много сложностей в связи с перераспределением денежных фондов между предприятиями;
- наконец, в больших объединениях корпоративного типа постоянно сохраняется возможность искусственного поддержания нерентабельных предприятий за счет рентабельных.

И все-таки, корпоративный сектор российской экономики, особенно когда он переходит в свою наивысшую форму развития (появляются финансово-промышленные группы), создает условия для оптимального управления им как на микро, так и на макроуровне. Если публичный контроль за деятельностью корпораций заложен уже в самих принципах организации акционерных обществ, то объединение акционерных обществ в крупные ИКС дает возможность государству управлять макроэкономическими процессами на уровне отраслей, регионов и страны в целом. Это связано с тем, что:

1. Небольшое число объектов управления в экономике страны (крупные корпорации, финансово-промышленные группы и т.п.) способствует снижению инфляционного роста цен, увеличивает предсказуемость динамики цен и т.п.

2. Концентрация капитала в корпорациях повышает эффективность бюджетного и финансового регулирования рыночной экономики.

3. Сокращается потребность в государственных предприятиях с социально-ориентированной программой производства.

4. Без вмешательства государства идет быстрый процесс оптимизации экономических структур в секторах рынка, где господствуют корпорации.

5. Повышается инновационная активность в экономике, так как инновационная деятельность традиционно относится к приоритетным направлениям работы корпораций.

6. Усиливаются позиции на рынке отечественных производителей, объединенных в ИКС.

7. Расширяются возможности отечественных предпринимателей в интеграции с мировой экономикой.

Понятно, что все эффекты от создания ИКС связаны с фактором масштаба или синергетическим эффектом. В первую очередь, при этом происходит консолидация крупных финансовых потоков в одном месте. Кроме того, объединение нескольких юридических лиц

(предприятий) под единым управлением дает возможность снизить их совокупные потребности в оборотных средствах. Также надо иметь в виду, что финансовая мощь ИКС несет в себе такие преимущества, как гарантированное получение крупных кредитов и другие преимущества, которые объясняются инвестиционной привлекательностью. И, наконец, ИКС позволяет централизовать управление основными бизнес-процессами и соответственно дает большое пространство для маневра менеджерам для оптимизации этих бизнес-процессов[1].

Очень важным преимуществом ИКС является возможность диверсифицировать рыночные риски.

В наиболее общем виде организационная структура ИКС показана на рис. 3.1:



Рис. 3.1. Обобщенная организационная структура ИКС

Из рисунка видно, что в ИКС имеются три уровня управленческой иерархии:

1. Уровень корпоративного центра, который выполняет следующие задачи: управление акционерным капиталом, управление портфелем рыночных сегментов и межотраслевое перераспределение ресурсов.

2. Уровень управляющих компаний, действующих в отдельных сегментах рынка, они выполняют задачи: управление производ-

ственной сетью, управление бизнес-процессами и внутрисетевое перераспределение ресурсов.

3. Уровень производственных и сервисных компаний, которые осуществляют управление производственными объектами и процессами, а также использование(потребление) ресурсов.

Интегрированные корпоративные структуры бывают двух видов: вертикально интегрированные и горизонтально интегрированные.

Вертикально интегрированные ИКС объединяют предприятия, осуществляющие в совокупности единый производственно-технологический цикл от заготовительных стадий, например, добычу исходного сырья, до производства конечной продукции. Классический пример вертикально интегрированных компаний – это нефтедобывающие и одновременно нефтеперерабатывающие компании. Прежде всего, вертикальная интеграция позволяет «отсечь» конкурентов от дефицитных источников сырья. Также, при вертикальной интеграции, когда предприятия связаны тесными хозяйственными связями, в полной мере проявляются такие преимущества, как снижение потребности в оборотных средствах и благодаря связке в единой технологической цепочке выдерживаются высокие технологические производственные стандарты. Таким образом, вертикальная интеграция – это, прежде всего, интеграция межотраслевая по производству определенной продукции.

Горизонтально интегрированные ИКС объединяют в себе однородные по продукции и технологии предприятия под единым управлением, что позволяет увеличить долю рынка. Монопольное или почти монопольное положение на рынке позволяет диктовать свою ценовую политику конкурентам, свои стандарты качества и сервиса. Это позволяет более полно охватить рынок, поставить широкую продуктовую линейку и добиться так называемого эффекта «кока-колы». Также, горизонтально интегрированные компании имеют такие преимущества, как возможность диктовать условия поставщикам, с одной стороны, сырья, материалов и комплектующих изделий, а, с другой стороны, следующим по технологической цепочке сбытовым, дилерским структурам.

В данной работе, прежде всего, речь идет о проблемах создания ИКС отраслевого характера, т.е. горизонтально интегрированных компаниях. Особого внимания заслуживает рассмотрение данного вопроса в комплексной отрасли машиностроения, обеспечивающей

главный технический потенциал экономики страны. В настоящее время, на много сегментном рынке машиностроительной продукции действует множество предприятий, между которыми отсутствует какая-либо координация. Это приводит к излишне обостренной конкуренции, разобщенным действиям в расходовании одних и тех же ресурсов, отсутствию обмена информацией и соответствующим потерям. Ситуация отягчается старением основных фондов и технологий, дефицитом управленческих знаний, навыков и умений. Вместе с тем, российские машиностроительные предприятия обладают существенным потенциалом, раскрыть который не позволяет текущее положение вещей. Мобилизации потенциала может способствовать объединение предприятий в крупные ИКС. ИКС в форме холдинга, решая названные выше проблемы, создает дополнительные возможности, делает входящие в него предприятия инвестиционно привлекательными и способна:

- освоить новые технологии;
- наладить выпуск качественной, пользующейся спросом продукции;
- повысить доходность предприятий;
- привлечь крупных инвесторов;
- вывести свои акции на фондовые рынки;
- поднять стоимость активов в десятки раз.

Эти возможности оборачиваются приобретением дополнительных конкурентных преимуществ, что позволяет участникам ИКС занять лучшие позиции на рынках России и других стран.

Основной целью механизма управления ИКС является согласование интересов руководства и исполнителей, согласование интересов между самими исполнителями с целью обеспечения заинтересованности всех участников организационной системы в функционировании предприятия с высокой эффективностью. Рассмотрим этапы функционирования оргсистемы:

1. Сбор информации для принятия управленческих решений. На этом этапе, особенно в крупных оргсистемах, часть информации руководство вынуждено получать непосредственно от исполнителей. Здесь возникает опасность сознательного искажения информации, сообщаемой исполнителями. Поэтому желательно иметь такой механизм управления, который бы обеспечивал заинтересованность исполнителей в предоставлении достоверной информации. Такие механизмы получили название «механизмы открытого управления».

2. Принятие управленческих решений. Эффективность принимаемых управленческих решений определяется квалификацией, уровнем подготовки, интуицией, опытом управленческого состава.

3. Реализация принятых управленческих решений организационной системой. Здесь важно, чтобы исполнители были заинтересованы в их точном выполнении. Такие механизмы получили название «механизмы согласованного управления».

Механизмы, обладающие свойствами как механизмов открытого, так и согласованного управления, называются «правильными механизмами» («механизмы честной игры»). Механизмы управления в общем случае должны обеспечивать эффективность не только текущей деятельности предприятия, но и заинтересованность исполнителей в повышении эффективности своей деятельности («прогрессивные механизмы»).

### **3.2 Конкурсный механизм распределения корпоративного заказа**

Как уже отмечалось выше, объединившись в корпорацию, предприятия получают существенные конкурентные преимущества.

Одним из них является возможность организации корпоративной маркетинговой службы, что позволяет проводить серьезные маркетинговые исследования и получать крупные заказы. Однако при этом возникает проблема распределения корпоративного заказа между предприятиями корпорации. Эта проблема возникает в двух случаях. В первом случае в условиях горизонтальной интеграции предприятия могут пересекаться по выпускаемой номенклатуре. Во втором случае предприятия выпускают различную номенклатуру, но величина заказов ограничена величиной корпоративных оборотных средств. В данном случае фактически речь идет о распределении корпоративных оборотных средств. Далее для определенности будем рассматривать первый случай.

Дадим формальную постановку задачи. Имеются  $n$  предприятий, входящих в корпорацию, и корпоративный заказ величины  $R$  (величину заказа будем измерять в единицах продукции). Обозначим через  $Q_i$  величину заказа, которую может взять предприятие, а через  $C_i$  – себестоимость производства данной продукции (прямые затраты). Проблема возникает в том случае когда

$$\sum_{i=1}^n Q_i > R, \quad (3.1)$$

то есть величина заказа меньше, чем суммарные возможности предприятий. Обозначим через  $x_i$  величину заказа, выполняемую предприятием  $i$ . Если  $x_i$  заданы, то прибыль корпорации составит

$$\Pi = \sum_{i=1}^n (\Pi_d - C_i) x_i, \quad (3.2)$$

где  $\Pi_d$  – договорная цена продукции при следующих ограничениях

$$0 \leq x_i \leq Q_i, \quad (3.3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = R. \quad (3.4)$$

Поставим задачу определения  $x_i$ ,  $i=1 \dots n$ , так чтобы прибыль (3.2) была максимальной при ограничениях (3.3), (3.4). Решение этой задачи очевидно. Пусть предприятия пронумерованы по возрастанию себестоимости  $C_i$ , то есть:  $C_1 \leq C_2 \leq C_3 \leq \dots \leq C_n$  (или по убыванию маржинальных рентабельностей):

$$\rho_i = \frac{\Pi_d - c_i}{c_i}. \quad (3.5)$$

Определим предприятие  $k$ , такое, что:

$$\sum_{j=1}^k Q_j < R \leq \sum_{j=1}^{k+1} Q_j. \quad (3.6)$$

В оптимальном решении задачи первые  $k$  предприятий получают максимальный заказ:

$$x_i^0 = Q_i, \quad i = 1, k. \quad (3.7)$$

Предприятие  $(k+1)$  получает остаток:

$$x_{k+1}^0 = R - \sum_{j=1}^k Q_j. \quad (3.8)$$

Остальные предприятия не получают заказ. Проблема, однако, в том, что Корпоративный центр не имеет полной и достоверной информации о себестоимостях  $C_i$ . Эта информация сообщается в Корпоративный центр самими предприятиями. Здесь мы сталкиваемся с проблемой достоверности представляемых данных или проблемой манипулирования [5]. Причем возможны случаи как завышения оценок себестоимости, так и их занижения. Завышение оценок себестоимости преследует цель понизить планируемую прибыль, то есть

прибыль, определяемую на основе сообщаемых (планируемых) оценок себестоимости, и тем самым уменьшить величину отчислений от прибыли в Корпоративный центр. Занижение оценок преследует цель получить заказ даже за счет увеличения отчислений в Корпоративный центр.

Конкурсные механизмы распределения финансовых ресурсов достаточно детально исследованы в работах [6, 7, 8], где получены оценки их эффективности. Конкурсные механизмы распределения корпоративного заказа отличаются от конкурсных механизмов распределения ресурсов и поэтому требуют отдельного исследования. Рассмотрим простой конкурсный механизм, когда заказ распределяется в первую очередь предприятиям с наименьшими оценками себестоимости (или наибольшими оценками маржинальной рентабельности).

**Замечание.** В данном случае простой конкурсный механизм совпадает с прямым конкурсным механизмом, поскольку мы имеем дело с непрерывным конкурсом (предприятие может получить любую величину заказа от  $0$  до  $Q_i$ ).

Исследуем сначала возможности занижения оценок себестоимости. Обозначим через  $S_i$  оценку себестоимости, сообщаемую предприятием  $i$  в Корпоративный центр. Как уже отмечалось, занижение себестоимости преследует цель получить заказ. При этом увеличивается прибыль, отчисляемая предприятием в Корпоративный центр, так как отчисления производятся от планируемой прибыли, которая равна

$$\pi_i = C_d - S_i > C_d - C_i, \quad (3.9)$$

если  $S_i < C_i$ . Обозначим через  $\varphi$  норматив отчислений от планируемой прибыли Корпоративному центру. Тогда прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, будет равна

$$\pi_i = (C_d - C_i) - \varphi(C_d - S_i). \quad (3.10)$$

Остаточная рентабельность заказа (с учетом доли прибыли, отчисляемой Центру) составит:

$$\rho_i^0 = \frac{(C_d - C_i) - \varphi(C_d - S_i)}{C_i}. \quad (3.11)$$

Отсюда следует, что если предприятие  $j$ , уменьшив оценку  $S_j$ , получило заказ, ранее распределенный предприятию  $i$ , то предприятие  $i$  всегда может вернуть заказ, в свою очередь уменьшив оценку  $S_i$ . Данный факт позволяет обосновать гипотезу, что в конкурсном механизме будут отсутствовать случаи манипулирования информацией в сторону занижения оценок себестоимости.

Приняв эту гипотезу, далее будем предполагать, что манипулирование информацией возможно только в сторону завышения оценок  $S_j$ , то есть  $S_i \geq C_i$  для всех  $i$ . Примем также, что для любого  $j \leq k + 1$  имеет место  $x_j^0 \leq Q_{k+2}$ , то есть предприятие  $(k+2)$  может выполнить заказ любого из предприятий  $j \leq k + 1$ . В этом случае имеет место следующее утверждение.

**Утверждение 1.** Ситуации равновесия Нэша соответствует оптимальное распределение корпоративного заказа в смысле критерия максимума маржинальной прибыли корпорации.

Определим ситуацию равновесия Нэша. Очевидно, что, сообщая оценки  $S_i = C_{k+2}$ ,  $i = 1, \dots, (k + 1)$ , все предприятия от 1 до  $(k+1)$  сохраняют свои заказы. Если хотя бы одно предприятие сообщит оценку больше чем  $C_{k+2}$ , то это предприятие потеряет заказ (его заказ перейдет к предприятию  $C_{k+2}$ ).

Таким образом ситуация равновесия Нэша имеет вид:

$$S_i^* = \begin{cases} C_{k+2}, i = 1, k + 2 \\ C_i, i > k + 2. \end{cases} \quad (3.12)$$

Прибыль Корпоративного центра будет равна:

$$\Pi_{\text{ц}} = (\Pi_{\text{д}} - C_{k+2})R\varphi. \quad (3.13)$$

Максимально возможная прибыль, при условии, что Центр имеет достоверную информацию о себестоимостях предприятий, составляет:

$$\Pi_{\text{ц}}^m = \varphi \sum_{i=1}^{k+1} (\Pi_{\text{д}} - C_i) x_i^0. \quad (3.14)$$

Отношение  $\Pi_{\text{ц}}$  к  $\Pi_{\text{ц}}^m$  характеризует эффективность простого конкурсного механизма:

$$\Theta = \frac{\Pi_{\text{ц}}}{\Pi_{\text{ц}}^m} = \frac{(\Pi_{\text{д}} - C_{k+2})R}{\Pi_{\text{ц}}^m}. \quad (3.15)$$



Можно сделать четыре важных вывода:

1. Простой конкурсный механизм с отчислениями Корпоративному центру от планируемой прибыли в общем случае не дает в равновесии оптимального распределения корпоративного заказа.

2. Ситуации равновесия соответствуют завышенные оценки себестоимости предприятий, получивших корпоративный заказ.

3. Существует, как правило, несколько ситуаций равновесия, что делает неустойчивой процедуру планирования.

4. Эффективность простого конкурса может быть весьма низкой;

Ситуация становится более благоприятной, если в корпорации имеется «прозрачная» система управленческого учета, позволяющая оценить достаточно точно фактические затраты на производство продукции, а значит и фактические себестоимости  $C_i$ .

Разделим фактическую прибыль на две части – планируемую прибыль  $(Ц_d - S_i)$  и сверхплановую прибыль  $(S_i - C_i)$ . Очевидно, что их сумма равна фактической прибыли. Примем, что норматив отчислений  $\beta$  от сверхплановой прибыли больше чем норматив отчислений  $\varphi$  от планируемой прибыли. Это естественно, так как большие отклонения фактической прибыли от планируемой свидетельствует о низком качестве системы планирования на предприятии. Условие  $\beta > \varphi$  стимулирует предприятия повышать эффективность и точность системы планирования. Прибыль, остающаяся у предприятия составит:

$$\begin{aligned} \Pi_i &= (1 - \varphi)(Ц_d - S_i) + (1 - \beta)(S_i - C_i) = \\ &= (\varphi - \beta)S_i + (1 - \varphi)Ц_d - (1 - \beta)C_i. \end{aligned} \quad (3.16)$$

Легко видеть, что при  $\beta > \varphi$ , прибыль, остающаяся у предприятия, убывает с увеличением оценки  $S_i$ . Поэтому доминантной стратегией каждого предприятия является сообщение достоверной оценки себестоимости, что позволяет осуществить оптимальное распределение заказа. Таким образом, простой конкурсный механизм при наличии в корпорации эффективной системы управленческого учета и при выделении двух составляющих фактической прибыли (планируемой и сверхплановой) является оптимальным.

### 3.3 Механизм распределения корпоративного заказа на основе внутренних цен для линейных функций производственных издержек

В теории активных систем для распределения корпоративного заказа был предложен механизм внутренних цен [6]. Его исследование было проведено для функций производственных издержек типа Кобба-Дугласа.

Проведем исследование этого вопроса для нашего случая, то есть для линейных функций производственных издержек:

$$\varphi_i(x_i, c_i) = c_i x_i, 0 \leq x_i \leq Q_i. \quad (3.17)$$

Опишем механизм внутренних цен для линейных функций производственных издержек.

1. Каждое предприятие сообщает в Корпоративный центр оценку  $S_i$  себестоимости  $C_i$ .

2. На основе полученной информации в Корпоративном центре решается задача распределения заказа  $R$  и определяется внутренняя цена  $C_v$ . Это происходит следующим образом. Пусть предприятия пронумерованы в порядке возрастания  $S_i$ , то есть  $S_1 \leq S_2 \leq \dots \leq S_n$

Определяем номер  $k$ , такой, что:

$$\sum_{i=1}^k Q_i < R \leq \sum_{i=1}^{k+1} Q_i. \quad (3.18)$$

Первые  $k$  предприятий получают заказ  $x_i = Q_i$ , а предприятие  $k + 1$ ) остаток:

$$x_{k+1} = R - \sum_{i=1}^k Q_i. \quad (3.19)$$

Остальные предприятия заказа не получают. Легко видеть, что процедура распределения заказа такая же, как в простом конкурсном механизме. Внутренняя цена определяется выражением:

$$C_v = (1 + P_m) S_{k+1}, \quad (3.20)$$

где  $P_m$  – минимальный уровень рентабельности для предприятий корпорации.

3. Определяется внутренняя прибыль каждого предприятия:

$$\Pi_i^B = (C_v - C_i) x_i \quad (3.21)$$

и фактическая прибыль корпорации:

$$П_{кор} = \sum_i (Ц_d - C_i) x_i. \quad (3.22)$$

Наконец, прибыль корпорации распределяется прямо пропорционально внутренним прибылям предприятий, то есть:

$$П_i = \frac{П_i^B}{\sum_j П_j^B} П_{кор}. \quad (3.23)$$

Если провести анализ на случай двух предприятий, то можно сделать следующие выводы:

1. Механизм внутренних цен в случае двух предприятий обеспечивает оптимальное распределение заказа.
2. Механизм внутренних цен не является механизмом честной игры, поскольку второе предприятие завышает оценку  $S_2$  на столько, на сколько это допустимо.
3. Корпоративная прибыль перераспределяется таким образом, что часть прибыли первого предприятия передается второму, что может привести к напряженности и конфликту между предприятиями и Корпоративным центром.

Рассмотрим случай  $n$  предприятий.

Как и в случае двух предприятий предприятию  $(k+1)$  выгодно завышать оценку  $S_{k+1}$ . До какой величины предприятие  $(k+1)$  будет завышать оценку зависит от себестоимости и максимальных объемов выпуска продукции предприятий, не получивших заказ.

В целом следует признать, что рассмотренный механизм внутренних цен в общем случае не обеспечивает оптимального распределения заказа (то есть имеет место завышение оценок себестоимости ряда предприятий). Кроме того, имеет место перераспределение прибыли, что порождает напряженность и конфликты в корпорации.

Рассмотрим другой вариант механизма внутренних цен с перераспределением прибыли, в котором перераспределение прибыли происходит на основе планируемых внутренних прибылей, то есть на основе величин  $П_i^B = (Ц_B - S_i) x_i$ .

Для любого предприятия  $i \leq k$  имеем:

$$П_i = \frac{П_i^B}{\sum_i П_i^B} П_{кор} = \frac{(Ц_B - S_i) x_i}{\sum_j (Ц_B - S_j) x_j} П_{кор}. \quad (3.24)$$

Достаточно очевидно, что  $П_i$  убывающая функция. Однако возникает другая отрицательная тенденция – предприятию выгодно занижать оценку  $S_i$ , что приводит к завышению планируемой прибыли. Для исключения этой тенденции предлагается смешанный вари-

ант перераспределения. А именно, корпоративная прибыль распределяется прямо пропорционально внутренней прибыли, если она меньше чем внутренняя планируемая прибыль или внутренней планируемой прибыли, если последняя меньше внутренней прибыли.

Рассмотрим предприятие  $(k+1)$ , оценка которого определяет внутреннюю цену  $C_6 = (1+P_m)S_{k+1}$ . Для этого предприятия имеем:

$$\Pi_{k+1} = \frac{\rho_m S_{k+1} x_{k+1} \Pi_{\text{кор}}}{\sum_{j \neq i} [(1+\rho_m)S_{k+1} - S_{j0}] x_j + \rho_m S_{k+1} x_{k+1}}. \quad (3.25)$$

В данном случае  $\Pi_{(k+1)}$  также является убывающей функцией, то есть возникает тенденция занижения оценки  $S_{k+1}$ . Для исключения этой тенденции также предлагается распределять корпоративную прибыль прямо пропорционально минимальной из внутренней и планируемой внутренней прибылей. Окончательно получаем механизм внутренних цен с перераспределением прибыли, в котором корпоративная прибыль распределяется прямо пропорционально величинам:

$$\Pi_i = C_6 - \max(S_i, C_i). \quad (3.26)$$

Этот максимум стимулирует представление достоверной информации о себестоимостях производства продукции на предприятиях корпорации и, как следствие, оптимальное распределение корпоративного заказа. Его единственным минусом является перераспределение корпоративной прибыли. Однако, если внутренняя цена близка к договорной цене, то перераспределение прибыли фактически не происходит.

### **3.4 Механизм распределения корпоративного заказа на основе внутренних цен для нелинейных функций производственных издержек**

Пусть функции производственных издержек предприятий имеют вид:

$$\varphi_i(x_i, r_i) = \frac{1}{q} r_i^{1-q} x_i^q, \quad (3.27)$$

где  $q > 1$ ,  $r_i$  – коэффициент, характеризующий эффективность производства (чем больше величина  $r_i$ , тем меньше затраты на производство продукции, то есть тем меньше себестоимость).

**Замечание.** В отличие от линейной модели функции производственных издержек, в которой себестоимость производства не зависит от объема выпуска, в данном случае себестоимость производства растет с ростом объема выпуска продукции. Как мы увидим далее, это различие является принципиальным. Задача, как и прежде, заключается в распределении корпоративного заказа величины  $R$ , так чтобы прибыль корпорации была максимальной и прибыль Корпоративного центра также была максимальной. Решая задачу на максимум прибыли корпорации, получаем оптимальное распределение заказа:

$$x_i^o = \frac{r_i}{H}, i = 1, n, \text{ где } H = \sum_{i=1}^n r_i. \quad (3.28)$$

Как и ранее, предполагаем, что функции издержек не известны Корпоративному центру. Более того, не известны коэффициенты эффективности производства  $r_i$ . Оценки  $S_i$  этих коэффициентов сообщаются предприятиям в Корпоративный центр.

Основная идея построения оптимального механизма распределения корпоративного заказа заключается в введении внутренней (корпоративной) цены продукции  $\Pi_B$ , и соответственно, внутренней прибыли предприятия:

$$\Pi_i^B = \Pi_B x_i - \varphi_i(x_i, r_i). \quad (3.29)$$

При этом планы  $x_i$  назначаются на основе принципа «честной игры», то есть из условия максимума функции предпочтения:

$$\Pi_B x_i - \varphi_i(x_i, S_i). \quad (3.30)$$

Условие максимума функции предпочтения имеет вид:

$$\frac{d\varphi_i(x_i, S_i)}{dx_i} = \left(\frac{x_i}{S_i}\right)^{q-1} = \Pi_B. \quad (3.31)$$

Из этого условия получаем:

$$x_i = S_i \Pi_B^{\frac{i}{q-1}}. \quad (3.32)$$

Внутренняя цена определяется из ограничения:

$$\sum_{i=1}^n x_i = S \Pi_B^{\frac{i}{q-1}} = R, \text{ где } S = \sum_{i=1}^n S_i \quad (3.33)$$

и равна:

$$\Pi_B = \left(\frac{R}{S}\right)^{q-1}, \quad (3.34)$$

а планы предприятий:

$$x_i = \frac{S_i}{S} R. \quad (3.35)$$

Важной особенностью механизма внутренних цен является распределение фактической прибыли корпорации между предприятиями прямо пропорционально их внутренним прибылям, а именно:

$$\Pi_i = \frac{\Pi_i^B}{\sum_j \Pi_j^B} \Pi_k, \quad (3.36)$$

где  $\Pi_k$  – прибыль корпорации. Если подставить в (3.36) выражения (3.29), (3.34) и (3.35), то получим:

$$\Pi_i = \frac{\frac{1}{\Pi_B^{q-1}} (S_i - \frac{1}{q} r_i^{1-q} S_i^q)}{\frac{1}{\Pi_B^{q-1}} \sum_j (S_j - \frac{1}{q} r_j^{1-q} S_j^q)} \Pi_k. \quad (3.37)$$

Поскольку  $\frac{1}{\Pi_B^{q-1}}$  входит и в числитель, и в знаменатель, то сокращая на этот множитель, получаем, что максимизация  $\Pi_i$  эквивалентна максимизации по  $S_i$  величины:

$$S_i - \frac{1}{q} r_i^{1-q} S_i^q. \quad (3.38)$$

Максимум (3.38) достигается, как легко проверить, при  $S_i = r_i$ . Из этого факта следуют два важных свойства механизма внутренних цен для нелинейных функций производственных издержек:

1. Все предприятия сообщают достоверные оценки коэффициентов  $r_i$ , то есть механизм внутренних цен является механизмом «честной игры».

2. Распределение заказа между предприятиями является оптимальным как по критерию прибыли корпорации, так и по критерию прибыли Корпорационного центра. Как следует из выражения (3.36) механизм внутренних цен предусматривает перераспределение прибыли между предприятиями, то есть  $\Pi_i$  в общем случае может не совпадать с фактической прибылью, полученной предприятием  $i$ , то есть с величиной:

$$\Pi_d x_i - \varphi_i(x_i, r_i) \quad (3.39)$$

Удивительным, однако, оказалось еще одно свойство механизма внутренних цен.

3. В случае производственных функций типа Кобба-Дугласа величина  $\Pi_i$  в точности совпадает с фактической прибылью, полученной предприятием  $i$ , то есть никакого перераспределения прибыли не происходит.

### 3.5 Согласованный механизм распределения корпоративных заказов

Согласованными механизмами называются механизмы, в которых предприятиям корпорации выгодно выполнять взятый корпоративный заказ. Дело в том, что предприятие может иметь свои заказы, которые имеют более высокую маржинальную рентабельность, чем полученный корпоративный заказ. Согласованность плана распределения корпоративного заказа обеспечивается путем установления (увеличения) внутренней цены, либо путем уменьшения доли прибыли, отчисляемой Корпоративному центру. Рассмотрим метод решения задачи распределения корпоративного заказа для случая, когда согласованность обеспечивается путем уменьшения доли прибыли, отчисляемой Корпоративному центру. Пусть  $\varphi_0$  – норматив отчислений от прибыли Корпоративному центру,  $\varphi_0 > \varphi_1 > \dots > \varphi_k$  упорядоченные по убыванию значения норматива, такие что при  $\varphi = \varphi_i$  появляется хотя бы одно предприятие, для которого нормативный заказ становится выгодным, по сравнению с  $\varphi < \varphi_i$ . Обозначим через  $Y_i$  множество предприятий, для которых выгоден корпоративный заказ при величине норматива  $\varphi < \varphi_i$ . Очевидно, что  $Y_0 \supset Y_1 \supset \dots \supset Y_k$ , то есть число предприятий, согласных принять корпоративный заказ, увеличивается с уменьшением доли от прибыли, отчисляемой Корпоративному центру.

Метод решения основан на переборе всех возможных значений  $\varphi_i$  и решении при каждом из них задачи оптимального распределения корпоративного заказа между теми предприятиями, для которых корпоративный заказ выгоден при данном нормативе. Предполагаем, что в Корпорации существует нормативная база себестоимостей продукции предприятий, либо применяется один из механизмов распределения корпоративного заказа, обеспечивающий достоверность оценок себестоимостей. Обозначим через  $\Pi_i$  максимальную прибыль

корпоративного центра при нормативе отчислений  $\varphi_i$ . Путем перебора всех возможных значений  $\varphi_i$  определяем норматив, при котором прибыль Корпоративного центра максимальна.

### ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 3

1. Масютин С.А. Механизмы корпоративного управления. М.: Финстатинформ, 2002. 236 с.
2. Винслав Ю. Государственное регулирование и проектирование корпоративных структур // Российский экономический журнал. 1997. № 1. С. 32-35.
3. Сонькин Н.В. Корпорации: творческие и прикладные проблемы. М.: МВЯШ, 1999. 394 с.
4. Леонтьев С.В., Масютин С.А., Тренев В.Н. Стратегии успеха (обобщение опыта реформирования российских промышленных предприятий): учеб. пособие. М.: Экономика. 2000. – 330 с.
5. Большие системы: моделирование организационных механизмов / В.Н. Бурков, Б. Данев, А.К. Еналеев [и др.]. М.: Наука, 1989.
6. Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами. М.: Наука, 1994.
7. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.: Синтег, 1997.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный в учебном пособии комплекс базовых механизмов управления представляет собой «конструктор» – набор (открытый для дальнейшего расширения) инструментов управления организационным поведением, используя которые можно «собирать» более сложные механизмы (как это делать, показано на примере комплексного механизма).

Тем не менее, предложить рецепты на все случаи жизни, наверное, нельзя, поэтому одной из базовых компетенций руководителя и/или консультанта по организационному управлению является умение **самостоятельно конструировать новые механизмы управления**, эффективные в тех ситуациях, в которых на практике приходится принимать решения.

В учебном пособии приведены ссылки на работы, содержащие подробное описание моделей и методик такого конструирования (на примерах рассмотренных выше базовых механизмов).

Результаты теоретического и имитационного исследования механизмов управления организационными системами находят свое применение при решении широкого круга практических задач управления в самых разных **прикладных областях**:

- предприятия, корпорации и регионы;
- проекты и программы;
- образовательные системы;
- социальные системы;
- организационно-технические системы;
- эколого-экономические системы.

Читателям данного учебного пособия целесообразно обратить внимание на **электронную библиотеку** сайта теории управления организационными системами, содержащую в свободном доступе не только полнотекстовые версии большинства книг, упоминаемых

в списках литературы, но и многие методические материалы, которые могут быть полезны как начинающим, так и опытным руководителям<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Электронная библиотека содержит 1) полный сборник монографий по теории управления организационными системами и теории активных систем, 2) подборку избранных работ по теории управления и смежным областям («Золотая библиотечка управленца»), а также 3) предоставляет доступ ко всем статьям периодического электронного научного издания, сборника трудов «Управление большими системами».

Учебное издание

*Иванов Дмитрий Юрьевич*

**МОДЕЛИ И МЕХАНИЗМЫ  
ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

*Учебное пособие*

Редактор Т.К. Кр е т и н и н а  
Компьютерная верстка Л.Р. Д м и т р и е н к о

Подписано в печать 6.04.2018. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печ. л. 7,75.  
Тираж 120 экз. Заказ . Арт. 6(Р1У)/2018

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика С.П. КОРОЛЕВА»  
(Самарский университет)  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.