МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

Д.Ю. ИВАНОВ

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет) в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям укрупнённой группы 080000 Экономика и управление

САМАРА
Издательство СГАУ
2014

УДК658(075)
ББК Уя7
И20

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

Иванов Д.Ю.

И20 **Организация внутрифирменного управления:** учеб. пособие / *Д. Ю. Иванов.* – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2014. – 183 с.: ил.

ISBN 978-5-7883-0990-3

В данном пособии 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.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 080100.62 Экономика, 080200.62 Менеджмент, 080500.62 Бизнес-информатика, изучающих дисциплину «Организация внутрифирменного управления».

Учебное пособие разработано на кафедре организации производства.

УДК 658(075)
ББК Уя7

ISBN 978-5-7883-0990-3

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5

Глава 1 Введение в методологию внутрифирменного управления 7
1.1 Организация. Деятельность. Управление 7
1.2 Задачи и функции управления 18
1.3 Технология постановки и решения задач управления 20
1.4 Типы, методы и формы управления 23
1.5 Эффективность управления (деятельности) 29
1.6 Математическое моделирование 33
1.7 Оптимизация и управление 35
Библиографический список 36

Глава 2 Управление организационным поведением и механизмы управления 38
2.1 Человек в контуре управления и структура деятельности Центра 38
2.2 Модель «пассивного» агента 41
2.3 Модель активного агента 43
2.4 Типовое описание механизма управления 46
2.5 Краткое описание базовых механизмов управления 53
2.5.1. Механизмы планирования 53
2.5.2. Механизмы организации 54
2.5.3. Механизмы стимулирования 56
2.5.4. Механизмы оценки и контроля 57
Библиографический список 58

Глава 3 Механизмы внутрифирменного управления 60
3.1. Механизм взаимодействия производственных компаний в случае олигополии 60
3.2 Механизм управления в производственных системах 62
3.2.1 Моделирование стратегий поведения участников производственной системы 63
3.2.2 Анализ экономических интересов участников системы 67
3.2.3 Согласование экономических интересов участников производственной системы с помощью премирования 73
3.2.4 Согласование экономических интересов участников производственной системы на основе договорных цен 75
3.3 Механизм последовательного распределения ресурсов 79
3.4 Механизм пропорционального распределения ресурсов 83
3.5 Механизм распределения ресурсов на основе прямых приоритетов 90

3.6 Механизм распределения ресурсов на основе обратных приоритетов 93
3.7 Механизм выбора ассортимента продукции 97
3.8 Механизм опережающего самоконтроля 100
3.9 Механизм комплексного оценивания 102
3.10 Механизм стимулирования 106
3.10.1 Механизм стимулирования в одноэлементной системе 109
3.10.2 Механизм стимулирования в многоэлементной системе с независимыми исполнителями 112
3.10.3 Механизм стимулирования в многоэлементной системе с сильно связанными (зависимыми) исполнителями 118
3.11 Механизм экспертизы 123
Библиографический список 128

Глава 4 Механизмы управления в корпоративных структурах 130
4.1 Особенности создания и функционирования корпоративных структур 130
4.2 Конкурсный механизм распределения корпоративного заказа 135
4.3 Механизм распределения корпоративного заказа на основе внутренних цен для линейных функций производственных издержек 139
4.4 Механизм распределения корпоративного заказа на основе внутренних цен для нелинейных функций производственных издержек 142
4.5 Согласованный механизм распределения корпоративных заказов 145
Библиографический список 145

Глава 5 Имитационное моделирование механизмов внутрифирменного управления 147
5.1 Имитационное моделирование – метод экспериментального исследования 147
5.2 Моделирование механизма распределения однотипных работ между подразделениями фирмы 149
5.3 Моделирование механизма финансирования подразделений фирмы на основе принципа равных рентабельностей 160
5.4 Материальное стимулирование коллективов подразделений фирмы 168
5.5 Моделирование механизма материального стимулирования однородного коллектива фирмы 171
5.6 Моделирование механизма материального стимулирования неоднородного коллектива фирмы 176
Библиографический список 180

Заключение 182

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 искажать 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 управления 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 ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДОЛОГИЮ ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

1.1 Организация. Деятельность. Управление

Зачем изучать организации? Чтобы ими управлять? Чтобы управлять собой, работая в них? Чтобы в них жить! Действительно, организации являются таким же родовым признаком человека, как прямохождение, рука, речь, сознание, труд. Человек всю жизнь погружен в организации различной природы – от семьи до глобальной цивилизации, ежедневно участвуя в их создании и испытывая их благотворное или губительное влияние.

Как любой продукт человеческой деятельности организации имеют двоякую природу: субъективную, обусловленную личностным творением, и объективную – обусловленную природой и общественным сотворением и предназначением. Объективная природа организаций обусловлена еще и тем, что они как бы «живые». Организации зачинаются, рождаются, взрослеют, стареют и, наконец, умирают. Жизнь организаций часто течет незаметно, но иногда их кризисы влекут за собой драмы и трагедии личностей, коллективов, народов и поколений.

Рассмотрим общепринятое содержание понятия «организация» (рис. 1.1.). В соответствии с определением, данным в Философском энциклопедическом словаре, «**организация**»:

1) внутренняя упорядоченность, согласованность взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных частей целого, обусловленная его строением;

2) совокупность процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого;

3) объединение людей, совместно реализующих некоторую программу или цель и действующих на основе определенных процедур и правил, то есть механизмов функционирования (**механизм** – система, устройство, определяющее порядок какого-либо вида деятельности).

Третье значение термина «организация» является определением **организационной системы (ОС)**.

Что отличает эффективного менеджера? Хорошее образование? Наверное. Большой опыт? Не обязательно. И образование, и опыт в основном относятся к тому, **что** в какой ситуации следует делать. А вот тому, **как** делать, практически не учат в вузе, а обучение на своих или чужих ошибках обходится слишком дорого.



Рис. 1.1 – Определение «организации»

Действительно, множество проблем в управлении организациями (фирмами, предприятиями, учреждениями и т.д.) самого разного масштаба и специализации возникает из-за того, что за грамотной декларацией целей нередко следует набор действий и мероприятий, имеющих к этим целям самое отдаленное отношение. В масштабах государства это проявляется, например, в том, что принимаемые законы не работают; в масштабах предприятия – в том, что распоряжения руководства приводят к результатам, которые прямо противоположны запланированным. Причина в том, что мало принять закон или подписать распоряжение – необходимо предусмотреть механизмы их реализации.

Применительно к организационным системам **механизм функционирования** – это совокупность правил, законов и процедур, регламентирующих деятельность участников организационной системы, в том числе – их взаимодействие друг с другом.

Более узким является понятие **механизма управления** – совокупности процедур принятия управленческих решений.

Таким образом, механизмы функционирования и механизмы управления определяют, как ведут себя члены организации и как они принимают решения. Именно наличие механизмов управления отличает организацию от группы (**группа** – совокупность людей, объединенных общностью интересов, профессии, деятельности и т.п.) и коллектива (**коллектив** – группа лиц, объединенных общей работой)[1] (рис. 1.2).

[1] Частным случаем коллектива является **команда** – коллектив, способный достигать цели автономно и согласованно (при минимальных управляющих воздействиях).



Рис. 1.2 – Группа, коллектив, команда и организация

Деятельность – это целенаправленная активность человека [7].

Основные **структурные** (процессуальные) **компоненты** любой человеческой деятельности приведены на рис. 1.3. Горизонтальная цепочка (жирные стрелки на рис. 1.3) «Потребность → мотив → цель → задачи → технология → действие → результат» соответствуют одному **«циклу» деятельности**. Условно границы субъекта, осуществляющего деятельность, обозначены пунктирным прямоугольником. Деятельность может быть индивидуальной или коллективной, то есть субъект, осуществляющий деятельность, может быть отдельной личностью, а может быть и группой, коллективом, командой, организацией и/или обществом.

Потребности определяются как нужда или недостаток в чем-либо, необходимом для поддержания жизнедеятельности организма, человеческой личности, социальной группы, общества в целом. Потребности социальных субъектов – личности, социальных групп и общества в целом – зависят от уровня развития данного общества, а также от специфических социальных условий их деятельности (см. стрелку (1) на рис. 1.3).

Потребности конкретизируются, «опредмечиваются» в **мотивах,** являющихся побудителями деятельности человека, социальных групп, ради чего она и совершается. **Мотивация** – процесс побуждения человека, социальной группы к совершению определенной деятельности (см. стрелку (1) на рис. 1.3), тех или иных действий, поступков.

Мотивы обусловливают определение **цели** как субъективного образа желаемого результата ожидаемой деятельности, действия.

Цель занимает особое место в структуре деятельности. Если цели задаются человеку извне: учащемуся – учителем, специалисту – начальником и

т.д. или же человек изо дня в день выполняет однообразную, рутинную работу, то деятельность носит исполнительный, нетворческий характер, и проблемы **целеполагания** не возникает.

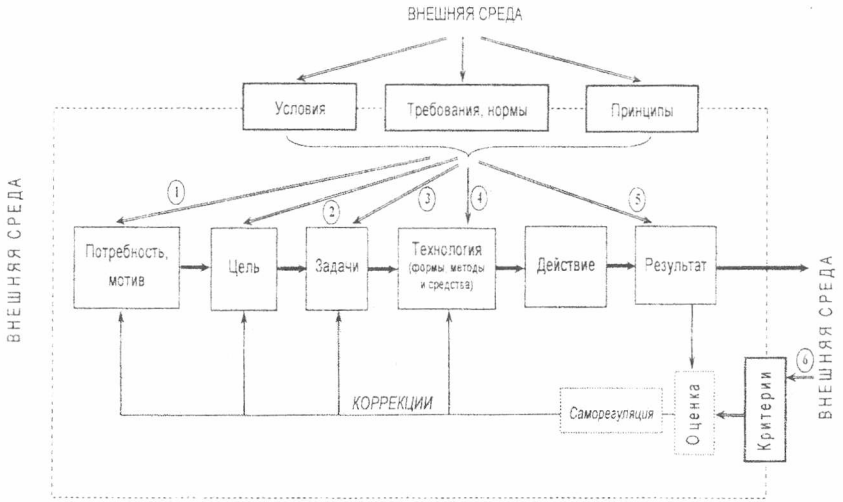


Рис. 1.3 – Структурные компоненты деятельности

В случае же **продуктивной деятельности** – даже относительно нестандартной, а тем более инновационной, творческой деятельности, каковой, в частности, является деятельность руководителя, – цель определяется самим субъектом, и процесс целеполагания становится довольно сложным процессом, имеющим свои собственные стадии и этапы, методы и средства [7]

С учетом условий, требований, норм и принципов деятельности цель конкретизируется в набор **задач**[2]. Далее с учетом выбранной **технологии** (технология – это система условий, форм, методов, средств и критериев решения поставленной задачи) выбирается некоторое **действие** (акт деятельности, направленный на достижение некоторой цели), которое с учетом воздействия окружающей среды приводит к определенному **результату** деятельности. Результат деятельности оценивается субъектом по собственным (внутренним) **критериям**, а элементами окружающей среды (другими субъектами) – по своим критериям (см. главу 3).

[2] Задача – это цель **(подцель),определенная** в конкретных условиях.

Отдельное место в структуре деятельности занимают те компоненты, которые в случае индивидуального субъекта называются саморегуляцией, а в случае взаимодействия субъектов – управлением (см. ниже раздел 1.3).

Саморегуляция в общем смысле определяется как целесообразное функционирование живых систем. В процессе саморегуляции субъект на основании оценки достигнутых результатов корректирует компоненты своей деятельности (тонкие стрелки на рис. 1.3).

Внешняя среда (рис. 1.3) определяется как совокупность всех объектов/субъектов, не входящих в рассматриваемую систему, изменение свойств и/или поведение которых на нее влияет, а также тех объектов/субъектов, чьи свойства и/или поведение которых меняются в зависимости от поведения системы.

На рис. 1.3 отдельно выделены факторы, задаваемые внешней (по отношению к данному субъекту деятельности) средой:

- **требования** к деятельности и ее результатам;
- **критерии** оценки соответствия результата цели;
- принятые в обществе и в организации **нормы** (правовые, этические, гигиенические и т.п.) и **принципы** деятельности;
- **условия деятельности** (материально-технические, финансовые, информационные и т.п. – см. рис. 1.4) будут относиться и к внешней среде и, в то же время, могут входить в состав самой деятельности, учитывая возможности активного влияния субъекта на создание условий своей деятельности.

Инвариантным для любой деятельности, в том числе управленческой, является следующий набор групп **условий** (рис. 1.4):

- мотивационные;
- кадровые;
- материально-технические;
- научно-методические;
- финансовые;
- организационные;
- нормативно-правовые;
- информационные условия.

В первом приближении эти условия можно разделить на **ресурсные** и **институциональные** (последним на рис. 1.4 соответствуют двойные линии[3]). Хотя, конечно, в каждом конкретном случае эти группы условий будут иметь свою специфику (см., например, [4]).

---

[3] Подчеркнем условность разделения – некоторые условия, например, организационные, можно отнести и к институциональным, и к ресурсным.

Управление – «элемент, функция организованных систем различной природы: биологических, социальных, технических, обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализацию программы, цели деятельности» (Философский энциклопедический словарь).



Рис. 1.4 – Условия деятельности

Управление – «направление движением кого/чего-нибудь, руководство действиями кого-нибудь» (Словарь русского языка С.И. Ожегова).

Управление – «воздействие (субъекта управления) на управляемую систему (объект управления) с целью обеспечения требуемого ее поведения» [1].

Существует и множество других определений, в соответствии с которыми управление определяется как: элемент, функция, воздействие, процесс, результат, выбор и т.п.

Необходимо сделать следующее важное терминологическое замечание. Термины «управляющий орган», «управляющая система», «субъект управления» в настоящей работе употребляются как синонимы и обозначают того, кто осуществляет управление. Термины «управляемая система», «управляемый субъект», «объект управления» также употребляются как синонимы и обозначают того, кем управляют. Обусловлено это исторически сложившимися традициями различных отраслей науки. Для теории управления стандартной является терминология «субъект управления – объект управления», но с точки зрения психологии, если речь идет об управлении людьми, то некор-

ректно их называть объектами, поэтому в этом случае их называют управляемыми субъектами [3].

Если управление осуществляет человек, группа, коллектив[4], то управление следует рассматривать как деятельность. Такой подход: управление – вид практической деятельности[5] **(управленческая деятельность)** [7], многое ставит на свои места – объясняет многогранность управления и примиряет между собой различные подходы к определению этого понятия.

Если управление – это деятельность субъекта управления, то осуществление этой деятельности является его функцией, процесс управления соответствует процессу деятельности (управленческой), управляющее воздействие – ее результату и т.д.

Другими словами, в случае управления организационными системами (где и субъект, и управляемая система осуществляют свою деятельность – см. рис. 1.6) **управление является деятельностью (субъекта управления) по организации деятельности (объекта управления).**

Такое определение управления согласовано с одним из распределенных определений **МЕНЕДЖМЕНТА** как «науки об управлении (организации деятельности) социально-экономическими системами».

Организация деятельности является предметом такой науки, как **методология** – учение об организации любой человеческой деятельности: научной, практической, профессиональной, художественной, игровой и т.д. – с одной стороны, индивидуальной, коллективной – с другой [7]. Так как управление является одним из видов практической деятельности, то **методология управления** определяется как учение об организации управленческой деятельности.

Число «отражений» – кто чью деятельность организует – (уровень «**рефлексии**») можно наращивать и дальше: в многоуровневой системе управления деятельность топ-менеджера можно рассматривать как деятельность по организации деятельности его непосредственных подчиненных, которая заключается в организации деятельности их подчиненных и т.д. Другой пример – многочисленное сообщество консультантов (речь идет, прежде всего, об **управленческом консалтинге** – быстро разросшемся в

---

[4] Этим исключаются из рассмотрения ситуации, в которых управление осуществляет техническая система (так как деятельность имманентна только человеку).

[5] Трактовка управления как одной из разновидностей практической деятельности кажется несколько неожиданной. Ведь управление традиционно воспринимается как нечто «высокое» и очень общее, однако деятельность управленца организована так же (по тем же общим законам), как и деятельность любого специалиста-практика: учителя, врача, инженера и т.д. Более того, иногда «управление»(управленческая деятельность) и «организация»(как процесс, то есть деятельность по обеспечению свойства организации) рассматриваются рядоположенно.

последние годы институте консультантов, консалтинговых, аудиторских и других фирмах) представляет собой специалистов по организации управленческой деятельности.

«Отражения» можно продолжать и вглубь объекта управления – его саморегуляция тоже является деятельностью (по организации своей деятельности) и имеет ту же структуру, что и любая деятельность – см. рис. 1.3. **Авторефлексия** субъекта – процесс и результат его размышлений о том, как организована его деятельность – приводит к необходимости построения модели деятельности более высокого когнитивного уровня (на которой субъект может «обыгрывать» различные варианты организации деятельности и выбирать наиболее рациональные из них) и т.д. Важно то, **что на каждом из уровней этой самоподобной («фрактальной») структуры деятельность описывается единообразно** (см. рис. 1.3), **во взаимосвязи с компонентами деятельности более высоких и более низких уровней иерархии** (см. рис. 1.6).

Пусть имеется управляющий орган – **субъект управления** (например, руководитель) и управляемая система – **объект управления** (например, подчиненный). Состояние объекта зависит от внешних воздействий, воздействий со стороны субъекта управления и, быть может (если объект управления активен, что характерно для организационных систем), действий самого объекта (рис. 1.5).

Задача субъекта управления заключается в том, чтобы осуществить такие управляющие воздействия (жирная линия на рис. 1.5), чтобы с учетом информации о внешних воздействиях (пунктирная линия на рис. 1.5) обеспечить требуемое состояние объекта управления.

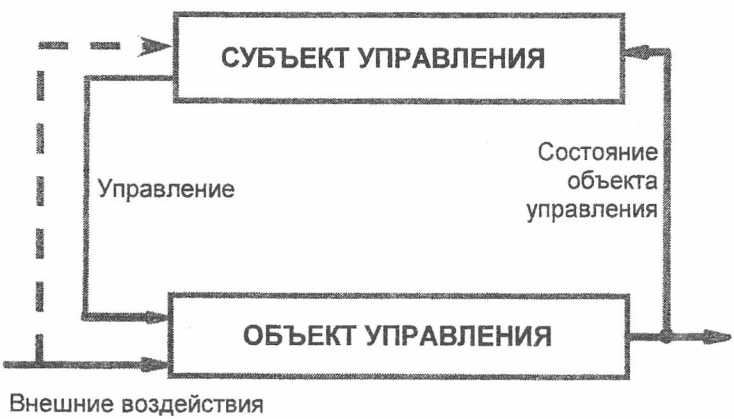


Рис. 1.5 – Структура системы управления

Приведенная на рис. 1.5 так называемая субъект-объектная (или входвыходная) структура является базовой для **теории управления**, изучающей задачи управления системами различной природы.

В организации условно можно выделить три вида деятельности:

- основную («производственную»);
- вспомогательную (поддерживающую);
- управленческую[6].

Каждый из этих видов деятельности описывается в рамках общей структуры, приведенной на рис. 1.3.

В том числе базовая субъект-объектная структура системы управления, приведенная на рис. 1.5, основывается на схеме деятельности, приведенной на рис. 1.3, так как и субъект, и объект управления осуществляют соответствующую деятельность, которая может быть описана в рамках общей схемы рис. 1.3. В итоге получаем структуру управленческой деятельности, представленную на рис. 1.6.

Субъект управления является частью внешней по отношению к объекту управления среды (номера воздействий на рис. 1.3 и 1.6 совпадают). Эта «внешняя среда» осуществляет целенаправленные воздействия на различные **предметы управления** – компоненты деятельности объекта управления (см. стрелки (1)-(4) и (6) на рис. 1.6 соответствуют различным **видам управления**).

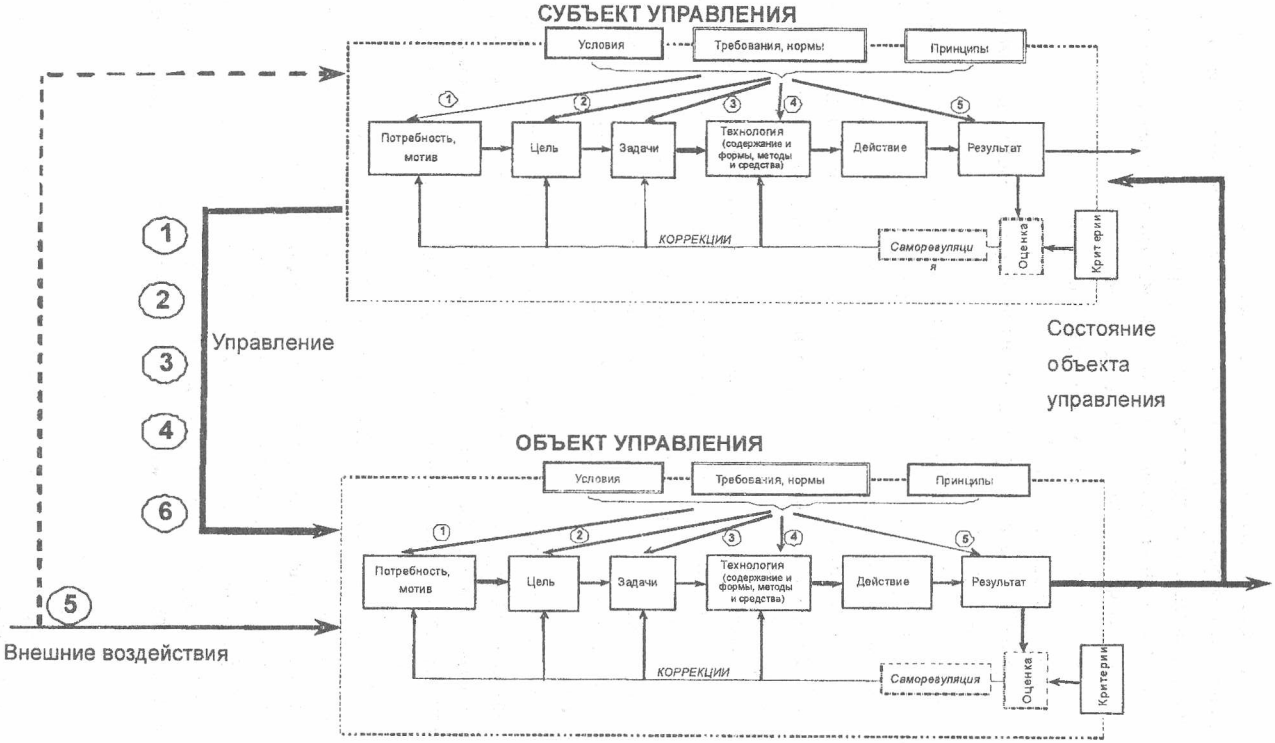
Часть влияний внешней среды может носить нецеленаправленный (случайный, недетерминированный, неконтролируемый субъектом управления) характер. Подобные воздействия (стрелка (5) на рис. 1.6) могут, наряду с действием объекта управления, влиять на деятельность субъекта управления и ее результат.

В качестве объекта управления могут выступать, например, деятельность подразделений и исполнителей, бизнес-процессы и проекты организации, а также все другие рассматриваемые в методологии управления организационными системами предметы управления (рис. 1.7).

Субъектами управления в организации являются звенья управления, реализующие административно-управленческие и информационные процессы и обеспечивающие выработку и принятие управленческих решений (рис. 1.7).

---

[6] Управленческая деятельность может интерпретироваться и как вспомогательная – организующая, поддерживающая.


СУБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ
Условия
Требования, нормы
Принципы
Потребность, мотив
Цель
Задачи
Технология (содержание и формы, методы и средства)
Действие
Результат
КОРРЕКЦИИ
Саморегуляция
Оценка
Критерии
Управление
Состояние объекта управления
ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ
Внешние воздействия

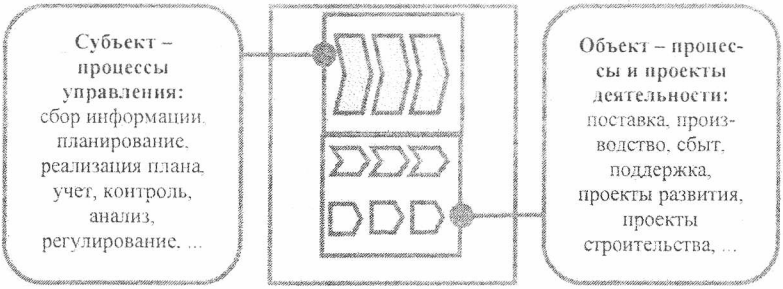


Рис. 1.7. Выделение деятельности субъекта и объекта управления

При анализе и синтезе систем управления существенны следующие моменты (рис. 1.8):

- выделение субъекта и объекта управления;
- рассмотрение процессов управления:
  - ✓ как реализуемого через прямые связи целенаправленного **воздействия** на объект управления со стороны субъекта;
  - ✓ реализуемого через обратные связи процесса **учета и оценки результатов** управляющего воздействия;
  - ✓ реализуемого через прямые и обратные связи **корректировки** воздействия субъекта на объект управления.

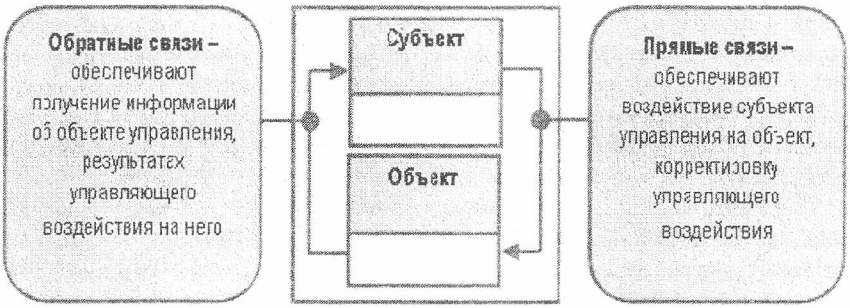


Рис. 1.8 – Прямые и обратные связи в системе управления

В зависимости от предназначения системы организационного управления содержание прямых и обратных связей может быть весьма разнообразным. Например:

- стратегии и политики;
- регламенты и положения;
- планы;

- приказы и распоряжения;
- предложения, согласования, информация о результатах применения;
- нормативы;
- процедуры и др.

В каждом конкретном случае компоненты этого списка тщательно уточняются и фиксируются в соответствующих нормативно-методических документах.

1.2 Задачи и функции управления

Комплекс **задач управления** организационными системами показан на рис. 1.9 (с привязкой к функциям управления и фазам проекта как цикла деятельности [7]) и включает в себя следующие компоненты.

Мониторинг и анализ текущего состояния организационной системы (ОС) необходим для получения той «точки отсчета», относительно которой будет оцениваться динамика состояния ОС с учетом управляющих воздействий или без таковых. Сравнение текущего состояния ОС с теми представлениями, которые отражают ее «идеальное состояние», позволяют в первом приближении оценивать текущую эффективность функционирования ОС.

Прогноз поведения объекта, проводимый без учета управляющих воздействий, позволяет судить о том, какова будет динамика поведения объекта и насколько он будет удаляться или приближаться к «идеальному состоянию», если не предпринимать никаких дополнительных мер. Непременным компонентом этого этапа является прогноз состояния внешней среды. **Сценарный прогноз** позволяет судить о будущих состояниях объекта управления при тех или иных реализациях внешних условий и управляющих воздействий.

Целеполагание подразумевает формулировку общих целей деятельности субъекта управления, а также критериев эффективности, отражающих соответствие настоящего и/или будущего состояния объекта управления целям субъекта управления.

Организация деятельности направлена на определение ее **технологии** – необходимых процессов, проектов, методов, средств, функций, структурных звеньев и их ответственности.

На этапе **планирования** (в узком смысле) осуществляется определение набора конкретных **задач** – действий, мероприятий и т.д., которые позволяют достичь или максимально приблизиться к поставленным целям в существующих или прогнозируемых условиях.

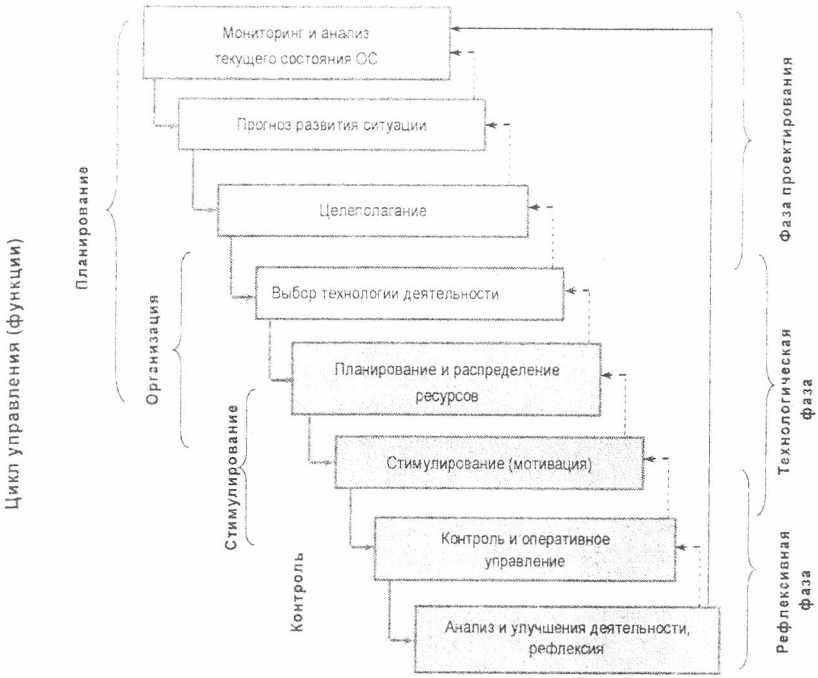


Рис. 1.9 – Комплекс задач управления,
функции и фазы управленческой деятельности

Определенный в результате планирования набор мероприятий требует, помимо организации деятельности и распределения функций между участниками системы, соответствующего **обеспечения ресурсами**, включая мотивационные, финансовые, кадровые, информационные и другие ресурсы (см. рис. 1.4), что является одной из основных обеспечивающих функций управления.

С учетом присутствия в контуре управления человека необходима **мотивация** (стимулирование) руководителей и подчиненных, задействованных в реализации запланированных мероприятий, а также в улучшении организации исполнения этих мероприятий.

Контроль заключается в постоянном мониторинге изменений состояния ОС, действий объектов управления, предпринимаемых в соответствии с планом, а также в выявлении отклонений от плана.

По мере поступления новой информации (получаемой в результате осуществления функции контроля) о динамике объекта управления может потребоваться внесение корректирующих воздействий, что составляет суть **оперативного управления.**

По мере завершения каждого из запланированных этапов деятельности объекта управления для успешного осуществления следующих этапов необходим рефлексивный **анализ произведенных изменений**, обобщение опыта, который должен использоваться при разработке стратегии и тактики дальнейшего управления объектом, а также для проведения улучшений исполнения деятельности.

Последовательно реализуемая совокупность функций управления (решение совокупности задач управления – рис. 1.9) может рассматриваться как **проект** по переводу объекта управления из текущего его состояния в целевое (желательное). С этой точки зрения в рамках одного полного цикла управления можно выделить три фазы управленческой деятельности [7] (рис. 1.9):

1) **фазу проектирования**, результатом которой является целевое состояние объекта управления и план действий по его достижению;

2) **технологическую фазу** (фазу реализации), результатом которой является реализация управляющих воздействий;

3) **рефлексивную фазу**, результатом которой является оценка достигнутого состояния объекта управления и определение необходимости его дальнейшей коррекции («запуска» нового проекта – нового цикла управления).

Последовательное решение перечисленных задач управления (соответствующих основным функциям управления – планирование, организация, стимулирование и контроль) может повторяться, образуя «полный» **управленческий цикл** – рис. 1.9; также возможен временный возврат к предыдущим этапам и их корректировка (пунктирные стрелки на рис. 1.9). В составе полного цикла могут выделяться и реализовываться сокращенные управленческие циклы (например, циклы, затененные на рис. 1.9). Кроме того, возможна и другая, адаптированная к конкретным условиям, декомпозиция цикла управления на отдельные этапы.

1.3 Технология постановки и решения задач управления

Критерий эффективности функционирования объекта управления зависит от его состояния и, быть может, от управляющих воздействий (существенным при этом является то, с чьей точки зрения анализируется эффективность, так как в общем случае каждый участник ОС обладает своей системой критериев, отражающих его собственные интересы). Если известна зависимость состояния объекта управления от управляющих воздействий, то, под-

ставляя ее в критерий эффективности функционирования, получаем зависимость последней только от управляющих воздействий. Этот критерий называется **критерием эффективности управления**. Подробнее речь об эффективности деятельности и эффективности управления идет в главе 3. Отметим существенность зависимости управляющих воздействий от информации, поступающей по обратным связям.

Любая (!) из **задач управления**, приведенных на рис. 1.9, формально может быть сформулирована следующим образом: найти допустимые управляющие воздействия, имеющие максимальную эффективность (такое управление называется **оптимальным управлением**). Для этого нужно решить задачу **оптимизации**– осуществить **выбор** оптимального управления (оптимальных управляющих воздействий).

Такая формулировка задачи управления имеет самый общий вид. Для того чтобы показать, как ставится и решается любая конкретная задача управления (рис. 1.9), рассмотрим общую **технологию**, охватывающую все этапы, начиная с построения модели организационной системы и заканчивая анализом эффективности внедрения результатов моделирования на практике (рис. 1.10, на котором в целях наглядности опущены обратные связи между этапами).

- Первый этап – построение модели – заключается в **описании** организационной системы, в первую очередь, объекта управления, и построении его модели, в том числе – в указании состава, структуры и функций моделируемой системы.
- Второй этап – **анализ** модели (в том числе исследование поведения объекта управления при различных управляющих воздействиях).
- Завершив этап анализа, можно переходить к третьему этапу – **решению, во-первых, прямой задачи управления,** то есть задачи **синтеза** оптимальных управляющих воздействий, заключающейся в поиске допустимых управлений, имеющих максимальную эффективность, и, во-вторых, **обратной задачи управления** – поиска множества допустимых управляющих воздействий, переводящих объект управления в заданное состояние. Следует отметить, что, как правило, именно этот этап решения задачи управления вызывает наибольшие теоретические трудности и наиболее трудоемок с точки зрения исследователя.
- Имея набор решений задачи управления, переходят к четвертому этапу – изучают их устойчивость. Исследование устойчивости подразумевает решение, как минимум, двух задач. Первая задача заключается в изучении зависимости оптимальных решений от параметров модели, то есть является задачей анализа **устойчивости решений**. Вторая задача специфична для моделирования. Она заключается в теоретическом исследовании **адекватности модели** реальной системе, которое, в частности, подразумевает изучение эф-

фективности решений, оптимальных в модели, которые при их использовании в реальных системах могут обладать эффективностью, отличной от ожидаемой в рамках модели.

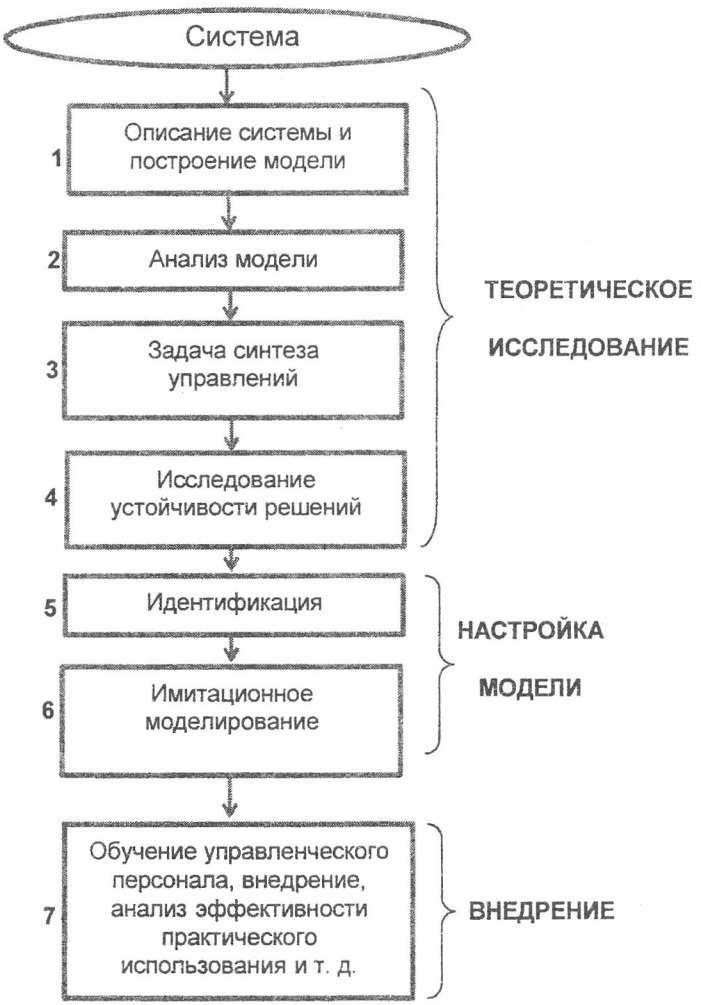


Рис. 1.10 – Технология постановки и решения задачи управления организационной системой

• Перечисленные четыре этапа заключаются в теоретическом изучении модели организационной системы. Для того чтобы использовать результаты теоретического исследования при управлении реальной системой, необходимо произвести настройку модели, то есть **идентифицировать** моделируемую систему и провести серию **имитационных экспериментов**– соответственно пятый и шестой этапы. Этап имитационного моделирования во многих случаях необходим по нескольким причинам. Во-первых, далеко не всегда удается получить в явном виде аналитическое решение задачи синтеза оптимального управления и исследовать его зависимость от параметров модели. При этом имитационное моделирование может служить инструментом получения и оценки решений. Во-вторых, имитационное моделирование позволяет проверить справедливость гипотез, принятых при построении и анализе модели, то есть дает дополнительную информацию об адекватности модели без проведения натурного эксперимента. И, наконец, в-третьих, использование деловых игр и имитационных моделей в учебных целях позволяет персоналу организации освоить и апробировать те или иные механизмы управления.

• Завершающим является седьмой этап – этап внедрения, на котором производится обучение сотрудников и руководителей организационной системы, внедрение результатов в реальной системе с последующей оценкой эффективности их практического использования и т.д.

Сформулировав и решив задачу управления в соответствии с приведенной выше общей технологией (рис. 1.10), результат этого решения можно интерпретировать как механизм управления (процедуру принятия управленческих решений) – зависимость оптимального управления от параметров модели (состояния объекта управления, внешней среды и т.д.).

1.4 Типы, методы и формы управления

С точки зрения регулярности, повторяемости управляемых процессов можно выделить следующие **типы управления**:

- **проектное управление** (управление изменениями в организационной системе, инновационной деятельностью и т.д.);
- **процессное управление** (управление регулярной, повторяющейся деятельностью при почти неизменных внешних условиях).

Для управления в динамике, в свою очередь, можно выделить **рефлекторное (ситуационное) управление и опережающее управление.** При рефлекторном управлении субъект управления вырабатывает управляющие воздействия по мере изменения состояния объекта управления и/или внешней среды. При опережающем управлении субъект управления прогнозирует изменения окружающей среды и поведение объекта управления.

С точки зрения изменений, происходящих в организационных системах, существует проблема соотношения **проектной** и **процессной** (регулярной, повторяющейся) **деятельности**. И та, и другая нацелены на достижение результата с помощью выполнения некоторого набора действий. Но в процессном подходе действия совершаются до достижения результата, а содержание и технология (последовательность действий), как правило, не меняются (деятельность осуществляется в практически неизменных внешних условиях). Так как процесс предполагает повторяемость и регулярность достижения результата, вероятность каких-то изменений минимальна. В проектном же подходе и технология, и содержание работ могут меняться, если результат недостижим или велика вероятность срыва временных сроков. То есть проектный и процессный подход не противоречат друг другу. С одной стороны, в настоящее время все больший приоритет приобретают проекты как завершенные циклы (продуктивной) деятельности. С другой стороны, в условиях динамично меняющихся внешней среды и требований к результатам функционирования организационной системы ее **деятельность должна рассматриваться как процесс постоянной реализации проектов.**

Выше управление определялось как целенаправленное воздействие на объект управления (компоненты его деятельности). Но организация является достаточно сложным объектом управления. Следовательно, необходимо определить, «из чего состоит» организация, то есть на что можно воздействовать, осуществляя управление с целью изменить ее состояние (поведение). Изменяемые в процессе и результате управления компоненты организационной системы называются **предметами управления**. Представление любой сложной системы в виде комплекса взаимодействующих элементов всегда является моделью. Поэтому рассмотрим **модель организационной системы** [2].

Организационная система (ОС) определяется перечислением:

- **состава организационной системы** (участников – людей, их групп и коллективов, входящих в организационную систему, то есть ее **элементов**);
- **структуры организационной системы** (совокупности информационных, управляющих, технологических и других связей между участниками);
- **ограничений и норм деятельности** участников организационной системы, отражающих, в том числе, институциональные, плановые, технологические и другие ограничения (условия) и нормы их индицидуальной и совместной деятельности;
- **целей и предпочтений** участников организационной системы;

- **информированности** – той информации о существенных параметрах, которой обладают участники организационной системы на момент принятия ими решений;
- **порядка функционирования** – последовательности получения информации и выбора действий участниками системы.

Состав определяет, «кто» входит в систему, структура – «кто с кем взаимодействует, кто кому подчиняется и т.д.», ограничения и нормы – «кто что может делать», предпочтения – «кто что хочет», информированность – «кто что знает».

Управление организационной системой, понимаемое как воздействие на нее с целью обеспечения требуемого ее поведения, может затрагивать каждый из перечисленных параметров (предметов управления).

Взяв за основание системы классификаций управлений организационной системой предмет управления – изменяемый в процессе и результате управления ее параметр – получаем, что по этому основанию можно выделить следующие **методы (виды) управления** организационными системами (рис. 1.11):

- управление составом;
- управление структурой (данный вид управления практически совпадает с управлением порядком функционирования [5]);
- институциональное управление (управление ограничениями и нормами деятельности) – административное, командное, ограничивающее, принуждающее;
- мотивационное управление (управление целями и предпочтениями) – побуждающее;
- информационное управление (управление информацией, которой обладают участники ОС на момент принятия решений) – убеждающее, основывающееся на сообщении информации и формировании убеждений и представлений.

Перечисленные виды управления согласованы с принятой выше схемой структурных компонент деятельности (см. рис. 1.6). Действительно, воздействия на потребности, мотивы и критерии оценки деятельности являются информационным управлением (см. стрелки (1) и (6) на рис. 1.6), воздействия на цели – мотивационным управлением (см. стрелку (2) на рис. 1.6), воздействия на задачи и технологии – институциональным управлением (см. стрелки (3) и (4) на рис. 1.6).

Управление составом касается, например, того, кто войдет во вновь создаваемую организационную систему или ее подразделение, или кого из персонала следует уволить, кого – нанять. Обычно к управлению составом относят и задачи обучения и развития персонала. Пример механизмов управления составом – механизмы оптимизации сети поставок.



Рис. 1.11 – Классификация видов (методов) управления организационной системой

Управление структурой происходит параллельно с задачей управления составом и позволяет дать ответ на вопрос, кто какие функции должен выполнять, кто кому должен подчиняться, кто кого контролировать, какую информацию передавать и получать и т.д. В настоящую книгу механизмы управления структурой не вошли.

Институциональное управление является наиболее жестким и заключается в том, что субъект управления целенаправленно ограничивает множества возможных действий и результатов деятельности объекта управления. Такое ограничение может осуществляться явными или неявными воздействиями – правовыми актами, распоряжениями, приказами, выделяемыми ресурсами и т.д. или морально-этическими нормами, корпоративной культурой и т.д. Примерами механизмов институционального управления являются механизмы последовательного распределения ресурса, активной экспертизы, смешанного финансирования, оптимизации сети поставок, выбора ассортимента, комплексного оценивания, согласия, конкурсный и противозатратный механизмы, механизм «затраты-эффект».

Мотивационное управление является более «мягким», чем институциональное, и заключается в целенаправленном изменении предпочтений объекта управления (подчиненных). Такое изменение может осуществляться, в том числе, введением системы штрафов и/или поощрений за выбор тех или иных действий и/или достижение определенных результатов деятельности. Примерами механизмов мотивационного управления являются механизмы активной экспертизы, внутренних цен, стимулирования, опережающего самоконтроля, двухканальный механизм.

Наиболее «мягким» (косвенным) по сравнению с институциональным и мотивационным является **информационное управление**, заключающееся в

формировании у объекта управления такой информированности, чтобы принимаемые им на ее основе решения были наиболее выгодны для субъекта управления. Примерами подобных механизмов являются механизмы информационного управления в активной экспертизе и задачах стимулирования.

Далее, говоря об управлении организационными системами, мы будем называть субъект управления **Центром**, а объект управления – **агентом**. Простейшая (**базовая**) организационная система включает одного агента (А) и одного Центра (Ц), которые принимают решения однократно и в условиях полной информированности (рис. 1.12).

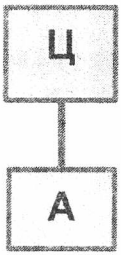


Рис. 1.12 – Базовая ОС

Расширениями базовой модели ОС являются: **многоэлементные ОС веерного типа** (в которых имеется несколько агентов, принимающих решения одновременно и независимо, и один центр) – рис. 1.13; **ОС с распределенным контролем** (в которых имеется несколько центров, осуществляющих управление одними и теми же агентами) – рис. 1.14; и др.[7] [1]. Подобные структуры являются типовыми – из них, как из элементарных кубиков, можно конструировать более сложные организационные структуры [3].

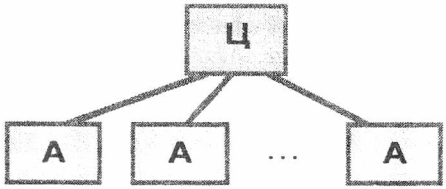


Рис. 1.13 – Многоэлементная ОС веерного типа

[7] Для двухуровневой иерархии остается один вариант – несколько центров и несколько агентов. В случае трех и более уровневых организационных систем число вариантов еще больше.

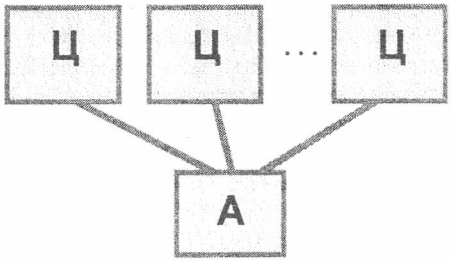


Рис. 1.14 – ОС с распределенным контролем

Выбирая различные основания классификации, выделяют разные **формы управления**. В зависимости от структуры системы управления можно выделять:

- **иерархическое управление** (система управления имеет иерархическую структуру, причем у каждого подчиненного имеется один и только один начальник, см. рис. 1.13);
- **распределенное управление** (у одного подчиненного может быть несколько начальников; пример – матричные структуры управления, см. рис. 1.14);
- **сетевое управление** (разные функции управления в те или иные моменты времени могут выполняться различными элементами системы; в том числе один и тот же сотрудник по одним своим функциям может быть подчиненным, а по другим – руководителем).

В зависимости от числа объектов управления можно выделять такие формы управления, как:

- **индивидуальное** (управление одним объектом);
- **коллективное** (управление несколькими объектами – группой, коллективом, в том числе – по результатам совместной деятельности участников).

В зависимости от того, зависит ли управление от индивидуальных характеристик объекта управления, можно выделять:

- **унифицированное** (когда одни и те же механизмы управления применяются к группе, в общем случае различных, объектов);
- **персонифицированное** (когда управляющее воздействие зависит от индивидуальных характеристик объекта управления).

Ниже мы будем рассматривать механизмы индивидуального и коллективного, унифицированного и персонифицированного управления.

Средства управления – приказы, распоряжения, указания, планы, нормы, нормативы, регламенты и т.д.

1.5 Эффективность управления (деятельности)

В первой главе приведена общая схема любой человеческой деятельности. Цикл деятельности завершается достижением определенного ее результата [7], поэтому под оценкой эффективности деятельности понимается оценка результата деятельности. Наличие измеримого результата (без которого управление невозможно) позволяет оценивать степень достижения цели как предвосхищаемого, ожидаемого результата деятельности.

Эффективность деятельности – степень соответствия ее результата целям субъекта, осуществляющего деятельность. Осуществляя воздействия на компоненты деятельности – управляя ими, можно влиять и на результат деятельности и, следовательно, на эффективность деятельности в целом.

Управление также является деятельностью. Управление может являться деятельностью субъекта управления по отношению к некоторому отличному от него объекту управления (если субъект и объект управления совпадают, то речь идет о *саморегуляции*).

Результат деятельности субъекта управления определяется его действием и состоянием (результатом деятельности) объекта управления. Поэтому эффективность управленческой деятельности, или кратко – **эффективность управления**, определяется как степень соответствия результата деятельности объекта управления целям субъекта управления.

Если речь идет об управлении организациями, то частным случаем эффективности деятельности является «эффективность бизнеса».

Понятие «система управления эффективностью бизнеса» (BusinessPerformanceManagement – BPM[8]) в современной практике употребляется в двух значениях: как **концепция управления** (т.е. определенный подход к принятию управленческих решений и их практической реализации) и как **информационная система** (т.е. комплекс программных средств, поддерживающих идеологию управления эффективностью и обеспечивающих ее практическую реализацию).

Международная группа по разработке стандартов BPM определила сущность этой концепции следующим образом:

---

[8] BPM – зонтичный бренд широкого семейства методик. Термин BPM имеет корреляции с такими понятиями, как система поддержки принятия решений (DecisionSupportSystem –DSS) или деловой интеллект (BusinessIntelligence –BI). На практике понятия DSS и BI ассоциируются не столько с концепциями управления, сколько с определенными классами информационных систем, в то время как BPM – это, прежде всего, управленческая концепция, а уже затем – особая категория информационных систем. Можно говорить о том, что концепция возникла на заре научной организации менеджмента, но в последнее время выделилась в отдельное направление. См. сайт Международной группы по разработке стандартов BPM– http://www.bpmstandardsgroup.org.

- BPM – это совокупность интегрированных циклических процессов управления и анализа, а также соответствующих технологий в сфере финансовой и операционной деятельности.
- BPM позволяет организациям определять стратегические цели, а затем оценивать эффективность своей деятельности по отношению к этим целям и управлять процессом достижения целей.

Ключевые BPM-процессы связаны с реализацией стратегии организации и включают финансовое и операционное планирование, консолидацию и отчетность, моделирование, анализ и мониторинг ключевых показателей эффективности.

В числе основных идей, используемых для построения систем управления эффективностью бизнеса, можно указать:

- использование показателей состояния объектов управления – организации, ее подразделений и сотрудников;
- документирование и моделирование бизнес-процессов функционирования организации;
- использование процессно-ориентированных показателей оценки функционирования объектов управления (KeyPerformanceIndicators – KPI), в том числе:
  - ✓ **показателей эффективности** функционирования; которые оценивают соотношения «выходов и входов, результатов и ресурсов;
  - ✓ **показателей результативности**, которые представляют собой количественные измерители степени достижения или выполнения поставленных целей и задач;
- наработку и применение многочисленных функциональных «точечных» инструментов управления эффективностью бизнеса;
- интеграцию функциональных инструментов в интегрированную систему управления эффективностью деятельности;
- использование информационных систем.

На сегодняшний день существует множество «инструментов» управления эффективностью. Не претендуя на полноту перечисления, приведем некоторые из них.

Управление по целям (ManagementbyObjectives – MBO) – метод управленческой деятельности, предусматривающий предвидение возможных результатов деятельности и планирование путей их достижения. Основоположником «управления по целям» является Питер Друкер, согласно которому руководители должны избегать «ловушек времени», когда они вовлечены в процесс решения текущих ежедневных задач, поскольку это приводит к тому, что они перестают выполнять задачи, направленные на достижение конечных результатов (целей).

Сбалансированная система показателей (BalancedScorecard – BSC) – это механизм последовательного доведения до персонала стратегических факторов успеха, целей организации и контроль их достижения через ключевые показатели эффективности (KPI).

Метод ABC – систематизированная группировка объектов по значимости их вклада в эффективность – применяется для систематизации и формирования управления эффективностью, например, посредством снижения затрат на основе применения правила Парето (см. также описание механизма «затраты—эффект»).

Кроме этого, среди инструментов управления эффективностью можно назвать и системы управления операционными улучшениями, и системы технического обслуживания и ремонта оборудования, и энергоменеджмент и т.п. [6].

В основе ***любой управленческой деятельности*** лежит идея цикла управления, повсеместно использующего **показатели** (для «описания и измерения») и **количественные модели**. Основной фокус внимания при этом сконцентрирован на методах, инструментах и решениях, направленных на повышение количественно выраженной эффективности деятельности. Все компоненты системы управления эффективностью деятельности в применяемых моделях управленческого цикла представляются через систему конкретных количественных описаний, показателей и моделей.

При использовании количественных показателей цикл управления СПРУКАР приобретает «количественную» детализацию [1], приведенную на рис. 1.15, где:

- Объект управления описан с помощью показателей состояния: y – фактическое **состояние** (действие или результат деятельности), Y – **ограничения деятельности** (например, «производственные» возможности), $y \in Y$; s – сообщаемая объектом управления **информация**, S – ограничения на возможные сообщения, $s \in S$; $Y(s)$ – оценка субъектом управления (на основе сообщенной информации) производственных возможностей Y.
- **Цели управления** описаны посредством целевых критериев $Q(y, z)$, задаваемых целевыми требованиями z и показателями состояния y.
- Методы планирования заданы посредством правил выбора **плана** $x = d(s) \in Y(s)$ – желательного с точки зрения субъекта управления действия или результатов деятельности объекта управления, обеспечивающих оптимизацию критериев $Q(x, z)$ в предположении выполнения плана ($x = y$).
- Методы **оценки и контроля** результатов деятельности объекта управления задаются посредством показателей оценки деятельности $q = p(x, y)$.

- **Оперативное управление** представлено корректировками планов Δx, последующими за этими действиями и т.д.

Стимулирование представлено функциями стимулирования объектов управления $w = f(q)$.

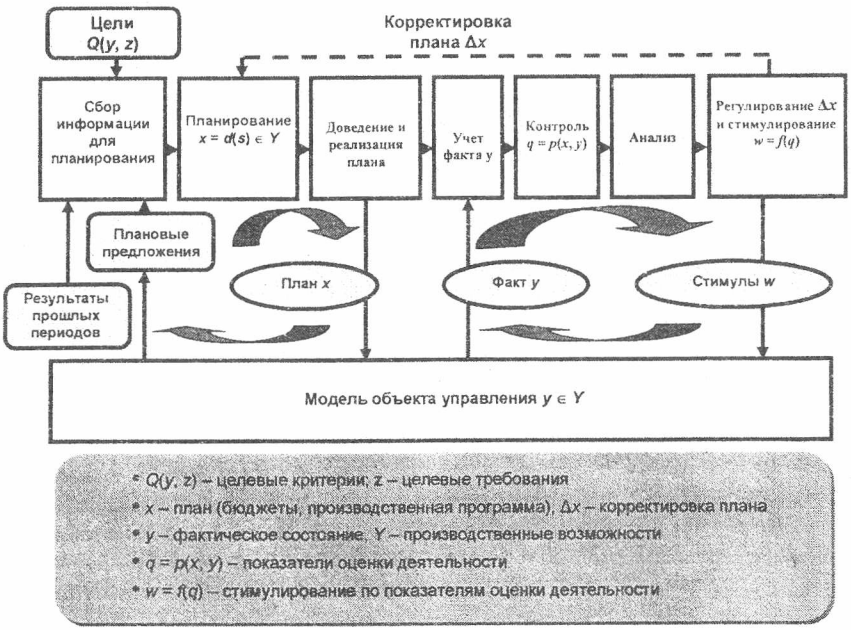


Рис. 1.15 – Структура системы управления в виде цикла СПРУКАР
(широкими стрелками показаны два цикла управления – **цикл планирования**)

Механизмы управления как раз и представляют собой вышеперечисленные зависимости (управление субъекта выбирается в зависимости от получаемой по каналам обратной связи информации о действиях объекта управления) между:

- сообщением объекта и назначаемым ему планом (механизм планирования);
- результатом деятельности объекта и оценкой его деятельности (механизм оценки и контроля);
- действием объекта и размером его вознаграждения (механизм стимулирования) и т.д.

Какими же должны быть эти зависимости, чтобы обеспечить высокую эффективность? Помочь ответить на этот вопрос может моделирование механизмов управления. Поэтому ниже кратко обсуждается суть, основные этапы и инструменты моделирования.

1.6 Математическое моделирование

Наличие в организации определенной совокупности конкретных механизмов управления привлекательно как с точки зрения субъекта управления – так как позволяет предсказать поведение объектов управления, так и с точки зрения последних – так как делает предсказуемым поведение субъекта управления. То есть, **снижение неопределенности** за счет использования механизмов управления является одним из существенных свойств любой организации как социального института.

Экспериментировать в жизни, применяя различные управляющие воздействия и изучая реакцию подчиненных, неэффективно и практически никогда не представляется возможным. Здесь на помощь приходит **моделирование** – метод исследования, заключающийся в построении и анализе **моделей** – аналогов исследуемых объектов [7]. Имея адекватную модель, можно с ее помощью проанализировать реакции объекта управления (этап **анализа**), а затем выбрать и использовать на практике (этап **синтеза**) то управляющее воздействие, которое приводит к требуемой реакции. Подробно анализ и синтез механизмов управления рассматриваются ниже.

Под математическим моделированием понимается процесс установления соответствия между данным реальным объектом и некоторым математическим объектом, называемым **математической моделью**, и исследование этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта. Вид математической модели зависит как от природы реального объекта, так и от задач исследования объекта и требуемой достоверности и точности решения этих задач. Любая математическая модель, как и всякая другая, основывается на абстрагировании – описывает реальный объект лишь с некоторой степенью приближения к действительности. Математическое моделирование является эффективным инструментом решения задач управления.

Выделяют следующие **этапы построения математической модели** (рис. 1.16, ср. с рис. 1.10) [1].

1. Определение предмета и цели моделирования, включая границы исследуемого объекта и те основные свойства, которые должны быть отражены моделью.

2. Выбор языка (аппарата) моделирования. На сегодняшний день не существует общепризнанной классификации методов математического моделирования. Известно несколько десятков «аппаратов» моделирования, каждый из которых представляет собой разветвленный раздел математики. Описывать всех их подробно в рамках настоящей книги не представляется возможным (да и целесообразным).

3. Выбор переменных, описывающих состояние моделируемой системы и существенные параметры внешней среды, а также шкал их измерения и критериев оценки.

4. Выбор ограничений, то есть множеств возможных значений переменных, описывающих состояния, и начальных условий (начальных значений переменных).

5. Определение связей между переменными с учетом всей имеющейся о моделируемом объекте информации, а также известных законов, закономерностей и т.п., описывающих его.

6. Исследование модели – или имитационное, или/и применение методов оптимизации.

7. Изучение устойчивости и адекватности модели.

Приведенные этапы математического моделирования зачастую приходится повторять, возвращаясь к более ранним этапам при уточнении цели моделирования, обеспечении точности, устойчивости, адекватности и т.д. Процесс моделирования итерационен (ср. рис. 1.10 и рис. 1.16).

Применительно к задачам организационного управления можно выделить две ключевые модели:

- модель объекта управления;
- модель механизма управления (деятельности субъекта управления).

Первая модель – **модель объекта управления** – необходима для того, чтобы на этапе анализа механизма управления уметь предсказывать его поведение как реакцию на те или иные управляющие воздействия и состояния внешней среды. То есть, на «входе» этой модели имеются управляющие воздействия, а на «выходе» – состояние объекта управления (его действия или результат деятельности).

Вторая модель – **модель выбора управленческого воздействия** – является, по сути, моделью осуществления деятельности субъекта управления и необходима для того, чтобы решать задачу синтеза управленческого воздействия – поиска управляющих воздействий, приводящих к требуемому состоянию объекта управления. Таким образом, модель выбора управления должна охватывать весь процесс управления. На «входе» этой модели – информация об объекте управления, на «выходе» управляющие воздействия.



Рис. 1.16 – Этапы построения и исследования математической модели

1.7 Оптимизация и управление

Оптимизация заключается в том, чтобы среди множества возможных вариантов найти наилучшие в заданных условиях при заданных ограничениях, то есть оптимальные альтернативы.

В этой фразе важную роль играет каждое слово. Говоря «наилучшие», мы предполагаем, что у нас имеется **критерий** (или ряд критериев), способ (способы) сравнения вариантов. При этом важно учесть имеющиеся условия, ограничения, так как их изменение может привести к тому, что при одном и том же критерии (критериях) наилучшими окажутся другие варианты.

В первом разделе настоящей главы речь шла об эффективности управления. Если эффективность измерима, то целью управления является **оптимизация эффективности**, то есть ее максимизация при заданных ограничениях, в данных условиях.

Понятие **оптимальности** получило строгое и точное представление в различных математических теориях, прочно вошло в практику проектирования и эксплуатации технических систем, сыграло важную роль в формировании современных системных представлений, широко используется в административной и общественной практике, стало известным практически каждому человеку. Это и понятно: стремление к повышению эффективности труда, любой целенаправленной деятельности как бы нашло свое выражение, свою ясную и понятную форму в идее оптимизации.

Как отмечалось выше, задача управления формально может быть сформулирована следующим образом: найти допустимые управляющие воздействия, имеющие максимальную эффективность (такое управление называется оптимальным управлением). Для этого нужно решить задачу оптимизации – осуществить **выбор** оптимального управления (оптимальных управляющих воздействий) с учетом наличия обратных связей: состояние системы зависит от входа и управления, а критерий эффективности зависит от целевых требований и состояния.

Этапы моделирования, оценки, оптимизации и выбора (общие для любой практической деятельности) в рамках управленческой деятельности (см. этапы 2 и 3 на рис. 1.10 и этапы 5 и 6 на рис. 1.16) связаны единой логикой постановки и решения задачи управления (рис. 1.17).



Рис. 1.17 – Логика постановки и решения задачи управления

Таким образом, в первой части настоящей работы мы рассмотрели базовые категории теории управления – «организация», «деятельность», «управление»; обсудили свойства систем управления и подходы к оценке и оптимизации эффективности управления. Теперь акцентируем внимание на том, что человек, находящийся в контуре управления, обладает свойством активности, то есть перейдем к рассмотрению задач управления организационным поведением.

Библиографический список

1. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами: учебник / под ред. Д.А. Новикова. – М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2009.

2. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: Синтег, 2007.
3. Новиков Д.А. Методология управления. – М.: ЛЕНАНД, 2011.
4. Новиков Д.А. Теория управления образовательными системами. – М.: Народное образование, 2009.
5. Кондратьев В.В. Проектируем корпоративную архитектуру. Навигатор для профессионала. – 2-е изд., доп. – М.: Эксмо, 2007.
6. 7 нот менеджмента. Настольная книга руководителя / под ред. В.В. Кондратьева. – 7-е изд., доп. – М.: Эксмо, 2008.

Глава 2 УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫМ ПОВЕДЕНИЕМ И МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ

2.1 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 (см. рис. 1.12).

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 2.4). В дополнение к рассмотренным ранее задачам управления существует еще одна задача Центра – разработка механизма управления и выбор действий в соответствии с этим механизмом (рис. 2.1) – см. также введение.

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 собст-



Рис. 2.1 – Функции управления, механизмы управления и организационное поведение

венную 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 – учись, 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. 2.2, на котором затенено множество правильных механизмов.



Рис. 2.2 – 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. 2.1) 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. 2.3.

Операциональная структура деятельности Центра приведена на рис. 2.1 выше. 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.

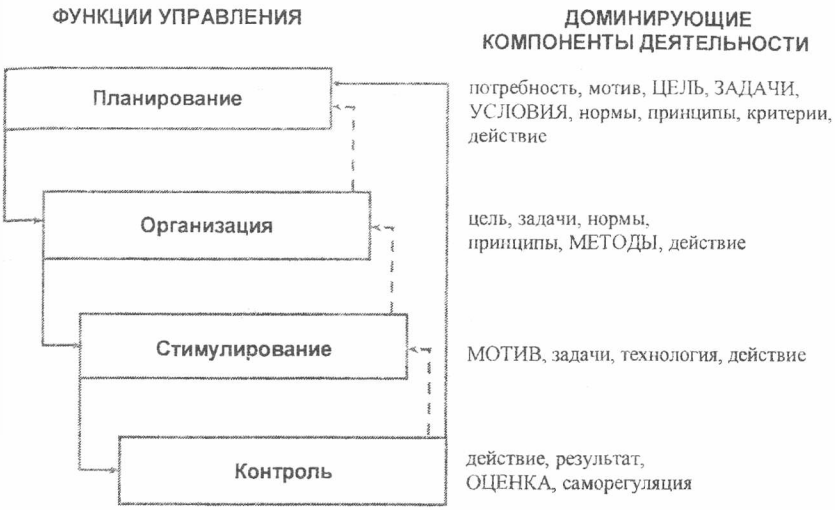


Рис. 2.3 – Функции и компоненты деятельности

2.2 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. 2.4) совпадает с требованиями Центра («План» на рис. 2.4). Изображать пассивного агента будем вход-выходной схемой, приведенной на рис. 2.4. 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. 2.4 – 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 2.6);
- активности агента.

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

В случае управления пассивным агентом (рис. 2.5) цикл управления очень прост: Центр сообщает агенту план и наблюдает «факт».

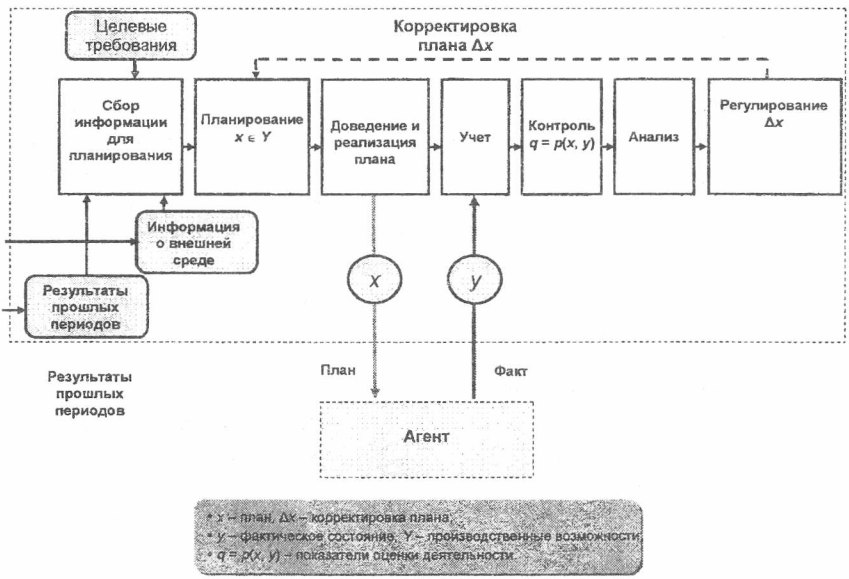


Рис. 2.5 – Модель цикла управления пассивным агентом

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 осуществлять **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.

2.3 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 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, теории 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. 2.6):

- 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. 2.6) поступает, во-первых, информация об окружающей среде и других агентах и, во-вторых, управляющие воздействия в виде выбранного Центром механизма управления (стрелка сверху на рис. 2.6);
- «выходом» агента (его действием) является сообщаемая Центру и/или другим агентам информация (пунктирная стрелка справа на рис. 2.6) и выбранное им действие (жирная стрелка справа на рис. 2.6).

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

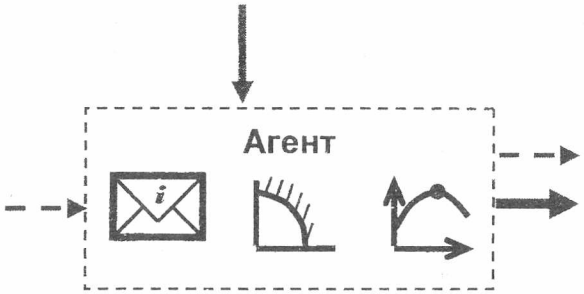


Рис. 2.6 – Структура деятельности активного агента

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 стимулирования 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 2.4):

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 невыгодно наращивать стимулирование – 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».

2.4 Типовое описание механизма управления

Общий (для всех этапов цикла управления) **порядок функционирования** организационной системы (при фиксированном механизме управления) изображен на рис. 2.7.

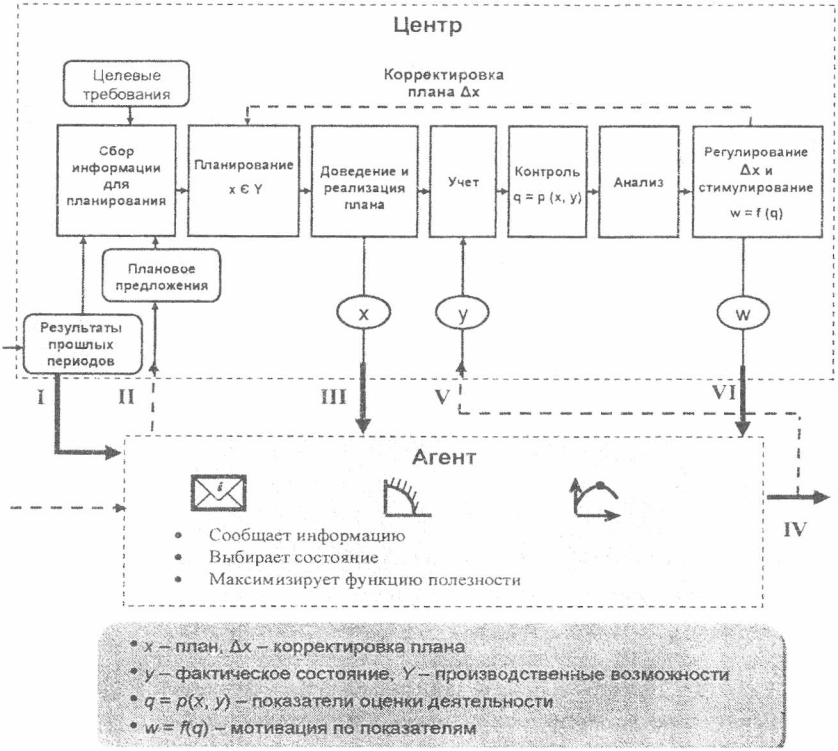


Рис. 2.7 – Типовая схема механизма управления



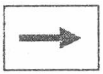
Механизм

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).



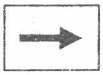
Сообщение агента

II этап: агент сообщает Центру информацию о неизвестных последнему 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

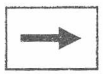
V этап: Центр получает информацию о действии агента.



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. 2.7) соответствуют **циклу планирования**, этапы III-VI – **циклу реализации**. Нижний прямоугольник на рис. 2.7 представляет собой модель экономического агента.

На рис. 2.7 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. 2.8.

В некоторых механизмах имеет место **упрощенная схема**, на которой отсутствуют те или иные этапы общего порядка функционирования (рис. 2.9-2.11).

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. 2.9 приведена только первая из них.

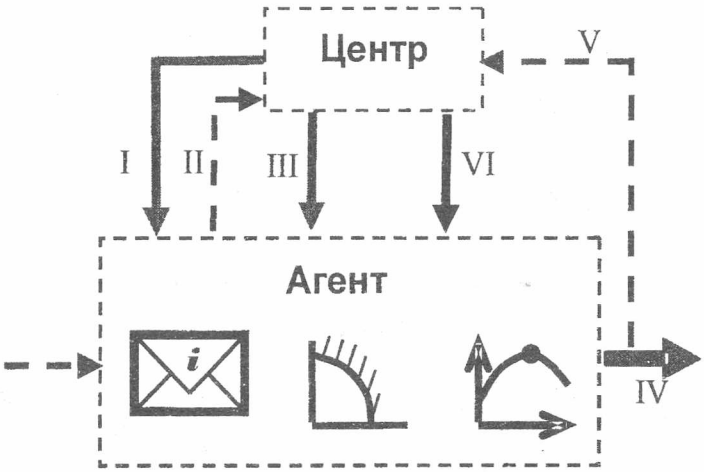


Рис. 2.8 – Типовая агрегированная схема механизма управления

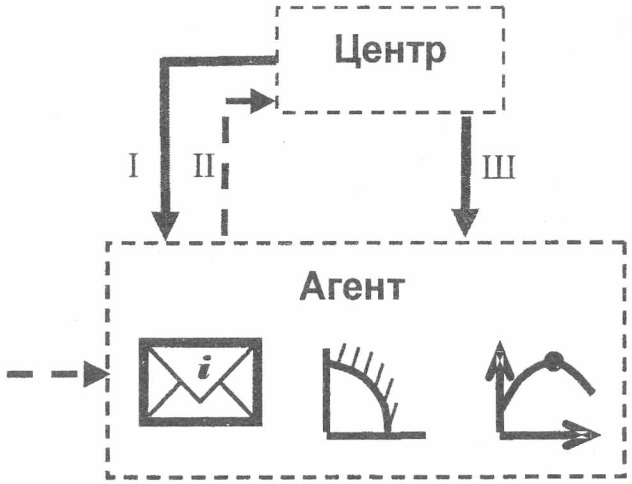


Рис. 2.9 – Первый вариант упрощенной схемы (механизм планирования)

Второй вариант иллюстрируется рис. 2.10. Он получается из общего варианта рис. 2.8 удалением стрелок «II» и «III» (удалением цикла планирования).

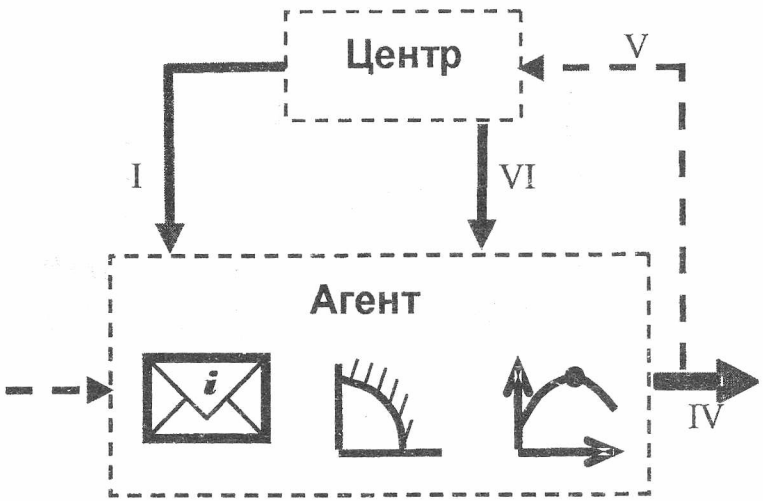


Рис. 2.10 – Второй вариант упрощенной схемы (механизм стимулирования)

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. 2.8 до варианта, приведенного на рис. 2.11.

Для решения задач проектирования сложных, комплексных механизмов управления, целесообразным является описание механизмов в нотации, аналогичной стандарту **IDEF0 и вход-выходным схемам теории управления** (см. рис. 2.12).

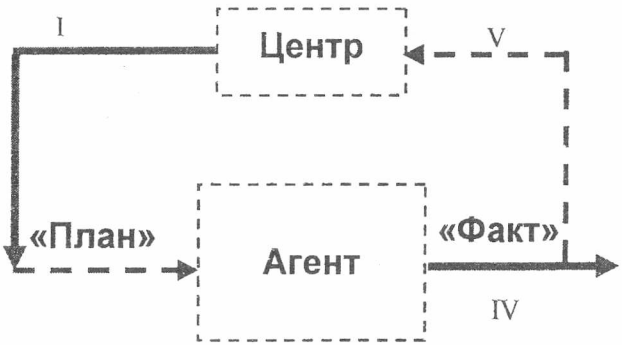


Рис.2.11 – Третий вариант упрощенной схемы (оптимизационный механизм)



Рис. 2.12 – Общая вход-выходная схема механизма управления

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

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

B. Параметры функционирования механизма управления, определяемые Центром (этапы I и III).

C. Входная информация от (об) агента (агентах), необходимая для принятия управленческого решения (этапы II и IV).

D. 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 (A) на рис. 2.14 можно в дальнейшем опускать.

Механизм планирования, представляемый первым вариантом упрощенной схемы (см. рис. 2.9), может быть изображен следующим образом (рис. 2.13):

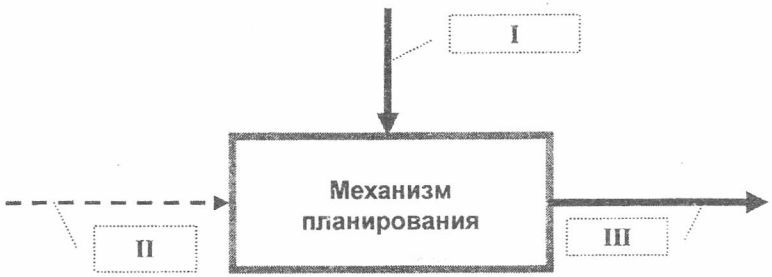


Рис.2.13 – Вход-выходная схема механизма планирования

Механизм стимулирования, представляемый вторым вариантом упрощенной схемы (см. рис. 2.10), может быть изображен следующим образом (рис. 2.14):

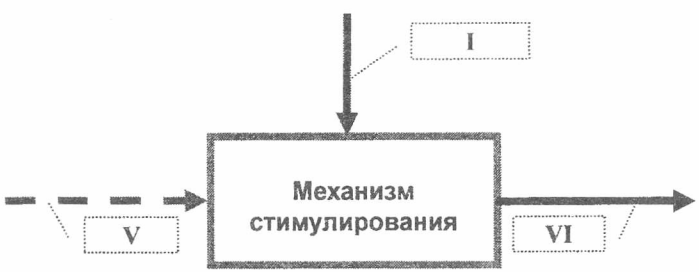


Рис. 2.14 – Вход-выходная схема механизма стимулирования

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.

2.5 Краткое описание базовых механизмов управления

2.5.1 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 конкурсными механизмами заключается в применяемых процедурах определения победителей.

2.5.2 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 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 бóльшую 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.

2.5.3 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, в 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 стремиться 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 унифицированное 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.

2.5.4 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 фи-

нансирования. 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**.

Библиографический список

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-Collel 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/IDEF0.htm, last reviewed in July 7, 2011.

Глава 3 МЕХАНИЗМЫ ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

3.1. Механизм взаимодействия производственных компаний в случае олигополии

В качестве примера взаимодействия активных агентов (в соответствии с описанными выше этапами построения математической модели, см. рис. 1.16) 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, $i=1\ldots\ldots n$ и рыночную цену p. В общем случае с ростом x_i цена на продукцию будет снижаться и описываться некоторой убывающей функцией $p = p(x_1, x_2, \ldots, x_i, \ldots, x_n)$. На рис. 3.1 представлена зависимость затрат от объема выпуска.

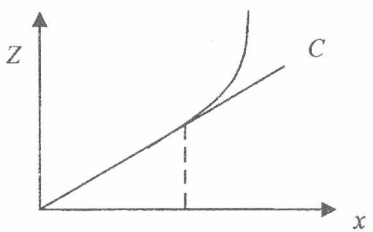


Рис. 3.1 – График зависимости затрат от объема выпуска

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 функций производителя является максимизация своей прибыли:

$$\Pi_i = p_i x_i - \frac{x^2}{2r} \to max$$

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

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

$$\begin{cases} \Pi_1 = px_1 - \dfrac{x_1^2}{r_1} \to \max, \\ \Pi_2 = px_2 - \dfrac{x_2^2}{r_2} \to \max, \\ \vdots \\ \Pi_i = px_i - \dfrac{x_i^2}{r_i} \to \max, \\ \vdots \\ \Pi_n = px_n - \dfrac{x_n^2}{r_n} \to \max. \end{cases}$$

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.

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

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: $3\,(x_1)^2$ и $5\,(x_2)^2 / 4$ соответственно первого и второго производителя равны, 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:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \Pi_1}{\partial x_1} = 5 - 8x_1 - x_2, \\ \dfrac{\partial \Pi_2}{\partial x_2} = 5 - x_1 - 9x_2/2. \end{cases}$$

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.

3.2 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. 3.2).

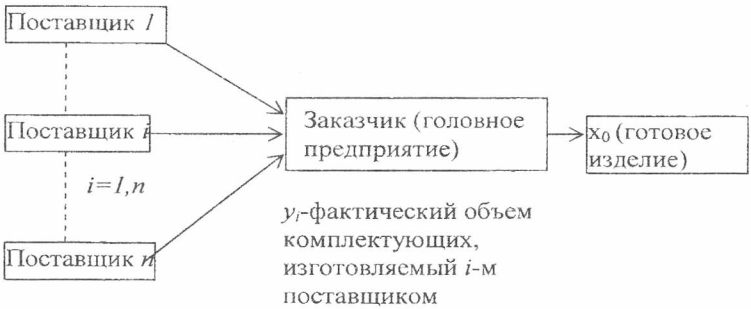


Рис. 3.2 – Система «заказчик – n-поставщиков»

Поставщики изготавливают комплектующие детали объёмом y_i, $i=\overline{1,n}$ шт., из которых заказчик собирает готовые изделия объёмом x_0 шт. и продаёт 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 – объём выпуска комплектующих i-го поставщика. Максимально возможный объём выпуска продукции поставщиками $Q_i^{\max}$.

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

3.2.1 Моделирование стратегий поведения участников производственной системы

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

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

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

$$f_i(y_i) = p_i y_i - c_i(y_i) \to \max, \quad i = 1, n, \tag{3.1}$$

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

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

$$c_i(y_i) = p_i y_i - k_{i1} - k_{i2} y_i - k_{i3} y_i^2, \quad i = 1, n. \tag{3.2}$$

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

С учётом выражения для затрат (3.1) целевая функция (3.2) запишется:

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

Из-за ограниченности производственных мощностей, поставщики не могут производить комплектующих больше, чем максимально возможный объём:

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

Тогда модель принятия решений для поставщиков запишется:

$$\begin{cases} f_i(y_i) = p_i y_i - k_{i1} - k_{i2} y_i - k_{i3} y_i^2 \to \max; \\ 0 \le y_i \le Q_i^{\max}; \end{cases} \quad i = 1, n. \tag{3.3}$$

Оптимальным решением модели (3.3) является:

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

где y_i^* – объём выпуска комплектующих i-ым поставщиком, максимизирующий прибыль.

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

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

$$\frac{d[p_i y_i - k_{i1} - k_{i2} y_i - k_{i3} y_i^2]}{dy_1} = 0.$$

Для первого поставщика получим уравнение:

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

Решая уравнение, найдём объём выпуска комплектующих поставщиками, который максимизирует прибыль:

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

Определим оптимальный объём выпуска комплектующих, с учётом ограничений:

$$y_i^{opt} = \min(y_i^*, Q_i^{\max}),\ i = 1, n. \qquad (3.4)$$

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

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

В качестве целевой функции заказчика рассмотрим максимизацию прибыли:

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

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 объёма выпуска готовой продукции:

$$c_0(x_0) = k_{01} - k_{02} x_0 - k_{03} x_0^2, \qquad (3.5)$$

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

С учётом выражения для затрат (3.5) целевая функция заказчика запишется:

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

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

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

Модель принятия решений для заказчика примет вид:

$$\begin{cases} F(x_0) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^{n} p_i b_i x_0 - k_{01} - k_{02} x_0 - k_{03} x_0^2 \to \max; \\ x_0 \le \min(Q_0^{\max}, R). \end{cases} \tag{3.6}$$

Оптимальным решением модели (3.6) является:

$$x_0^{opt} = \min(x_0^*; Q_0^{\max}; R), \tag{3.7}$$

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

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

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

Решая данное уравнение, получим:

$$x_0^* = \frac{p_0 - \sum_{i=1}^{n} p_i b_i - k_{02}}{2k_{03}}. \tag{3.8}$$

Учитывая ограничение, определим оптимальный объём выпуска готовых изделий $x_0^{opt} = \min(x_0^*; Q_0^{\max}; R)$. Очевидно, что в общем случае оптимальный объём выпуска готовых изделий с точки зрения поставщика в выражении (3.4) и оптимальный объём выпуска с точки зрения заказчика в выражении (3.7) могут не совпадать.

3.2.2 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 несовпадение экономических интересов между поставщиками и заказчиком (рис. 3.3).

На рис. 3.3 Δf_i – убыток i-го поставщика, определяемый как разность между максимальной прибылью поставщика и прибылью поставщика при выполнении плана заказчика:

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

ΔF – 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:

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

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

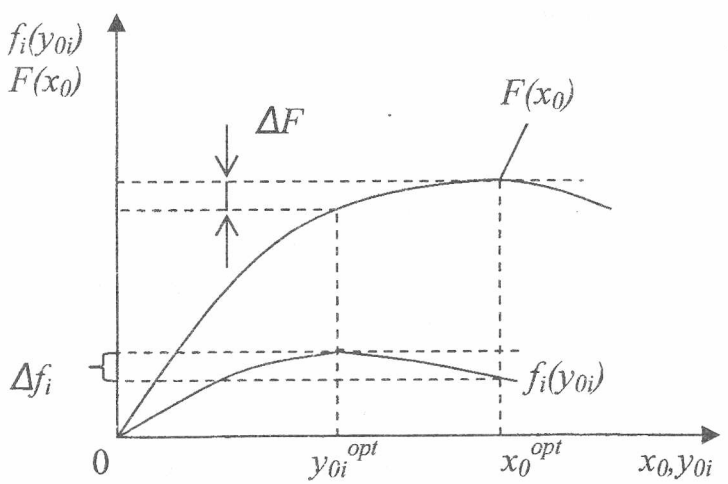


Рис. 3.3 – Анализ экономических интересов участников системы

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

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

Возможно согласование экономических интересов участников производственной системы путем перераспределения дополнительного эффекта заказчика ΔF между поставщиками. Распределение дополнительного эффекта ΔF 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. 3.4.) Каждый поставщик производит один вид комплектующих. Заказчик собирает из двух комплектующих конечное изделие.



Рис. 3.4 – Система «заказчик – два поставщика»

Поставщики изготавливают комплектующие детали объёмом y_i, $i = 1,2$ шт., из которых заказчик собирает готовые изделия объёмом x_0 шт. и продаёт 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 $Q_0^{\max}$=1400 шт. Спрос на готовое изделие R = 1300 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 – объём 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 объём выпуска комплектующих поставщиками;

2) оптимальный объём 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:

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

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

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

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

Модель принятия решений для первого поставщика запишется:

$$\begin{cases} f_1(y_1) = p_1 y_1 - 0,2y_1^2 - 2y_1 - 4 \to \max; \\ 0 \le y_1 \le 800. \end{cases} \tag{3.9}$$

Соответственно для второго поставщика:

$$\begin{cases} f_1(y_1) = p_2 y_2 - 0,4y_2^2 - y_2 - 2 \to \max; \\ 0 \le y_2 \le 500. \end{cases} \tag{3.10}$$

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

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

где y_i^* – объём выпуска комплектующих i-ым поставщиком, максимизирующий прибыль.

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

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

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

Для первого поставщика получим уравнение:

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

Решая уравнение, определим объём 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:

$$\frac{d[p_2 y_2 - 0,4y_2^2 - y_2 - 2]}{dy_1} = 0,$$

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

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

Определим оптимальный объём выпуска комплектующих с учётом 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, произведённых поставщиками:

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

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-ым поставщиком своей стратегии:

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

В качестве целевой функции заказчика рассмотрим максимизацию прибыли:

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

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

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

Модель принятия решений для заказчика примет вид:

$$\begin{cases} F(x_0) = p_0 x_0 - \sum_{i=1}^{n} p_i b_i x_0 - (2x_0^2 + 4x_0 + 6) \to \max; \\ x_0 \le \min(Q_0^{\max}, R). \end{cases} \qquad (3.11)$$

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

где x_0^* – объём 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:

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

Учитывая ограничение, определим:

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

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

Убыток Δf_i i-го поставщика определяется как разность между максимальной прибылью поставщика и прибылью поставщика при выполнении плана заказчика:

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

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

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

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

Определим максимальную прибыль поставщиков:

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

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

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:

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

3.2.3 Согласование экономических интересов участников производственной системы с помощью премирования

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

Организационно-экономический механизм перераспределения дополнительного эффекта заказчика ΔF между поставщиками с помощью премирования заключается в следующем. Если выполняются все требования заказчика по объёмам, 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:

$$\sum_{i=1}^{n} \Delta f_i \le S \le \Delta F. \qquad (3.12)$$

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 (3.12) определяет область возможного компромисса между участниками производственно-экономической системы. В случае невыполнения 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 ΔF между поставщиками с помощью выплаты премии S (функции стимулирования) Для согласования экономических интересов поставщиков и заказчика необходимо, чтобы для величины премии выполнялись следующие условия:

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

Учитывая результаты, полученные в примере на с. 68, запишем условия согласования экономических интересов поставщиков и заказчика:

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

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.

3.2.4 Согласование экономических интересов участников производственной системы на основе договорных цен

Организационно-экономический механизм перераспределения дополнительного эффекта заказчика ΔF 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 объёмам, срокам 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 Δq_i от изменения договорной цены $\Delta p_i = p_{i2} - p_{i1}$ было не меньше, чем его убытки Δf_i при выполнении планового задания:

$$\Delta q_i \ge \Delta f_i. \qquad (3.13)$$

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 Δp_i имеет место приближённое равенство:

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

Учитывая неравенство (3.13), получим условие для нижних границ договорной цены:

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

Из этого неравенства следует следующее условие:

$$\Delta p_i \geq \frac{\Delta f_i}{y_i}. \qquad (3.14)$$

Неравенство (3.14) определяет нижнюю границу договорной цены, при которой *i*-й поставщик заинтересован в выполнении планового задания заказчика (рис. 3.5).

Выполнение неравенства (3.14) 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.3.6).

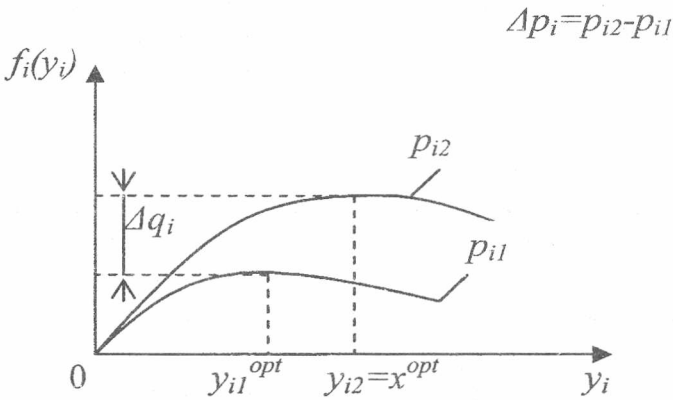


Рис. 3.5 – Определение нижней границы изменения договорной цены

На рис.3.6 x_{01} -- плановый объём выпуска комплектующих при низкой цене комплектующих, x_{02} – плановый объём выпуска комплектующих при высокой цене комплектующих.

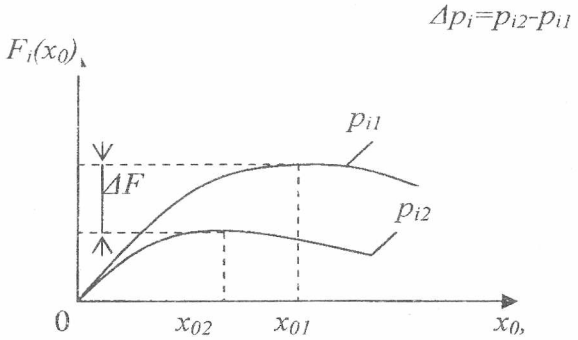


Рис. 3.6 – Определение верхней границы изменения договорной цены

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

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

Учитывая неравенство (3.13), получим следующее условие:

$$\sum_{i=1}^{n} y_i \Delta p_i \le \Delta F. \qquad (3.15)$$

Верхние границы изменения договорных цен должны удовлетворять неравенству (3.15).

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 (3.15):

$$\Delta p_i \le \frac{\Delta F}{\sum_{i=1}^{n} y_i}. \qquad (3.16)$$

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

$$\frac{\Delta f_i}{y_i} \le \Delta p_i \le \frac{\Delta F}{\sum_{i=1}^{n} y_i}, \quad i = \overline{1,n}. \qquad (3.17)$$

Условия (3.13) и (3.15) определяют область возможного компромисса участников производственно-экономической системы. В случае невыполнения 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:

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

Учитывая результаты, полученные в примере на с. 68, определим нижнюю границу договорной цены комплектующих деталей первого поставщика:

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

Аналогично определим нижнюю границу договорной цены комплектующих деталей второго поставщика:

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

Для верхней границы договорных цен поставщиков должно выполняться условие:

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

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:

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

Тогда верхняя граница договорной цены второго поставщика определится:

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

Условие согласования экономических интересов второго поставщика и заказчика также выполняется:

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

3.3 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 ресурсы 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.3.7 изображена вход-выходная схема механизма.

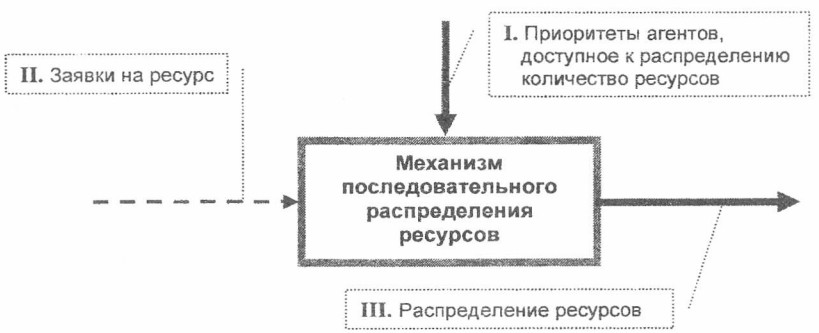


Рис. 3.7 – Вход-выходная схема
механизма последовательного распределения ресурсов

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 объём ресурсов в размере R между n исполнителями в условиях, когда руководству неизвестны требуемые объёмы 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: $\tilde{s_1} < \tilde{s_2} < \tilde{s_3} < \ldots < \tilde{s_n}$; $x_i = 0$, $i = 1,n$.

1.1. Если у Центра есть возможность дать всем исполнителям объём 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).

3.4 Механизм пропорционального распределения ресурсов

Механизм пропорционального распределения ресурсов в условиях определенности

Рассмотрим производственную фирму, состоящую из центра и n подразделений (агентов) (рис. 3.8).

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

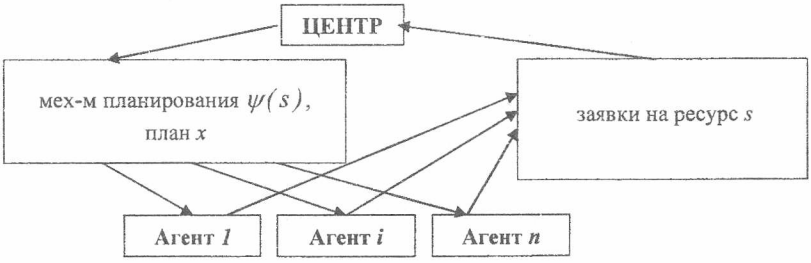


Рис. 3.8 – Задача распределения ресурсов

В качестве целевой функции центра примем максимизацию прибыли фирмы:

$$F(x) = \pi(x) = Rp - \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{2r_i}x_i^2 \to \max. \qquad (3.18)$$

На распределение ресурса центром наложены следующие ограничения:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = R, \quad x_i \geq 0, \quad i = 1,n. \tag{3.19}$$

Оптимизационная задача (3.18)-(3.19) относится к задачам на условный экстремум. Перепишем ограничение (3.19) так, чтобы в правой части был 0:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i - R = 0. \tag{3.20}$$

Используем для решения данной задачи метод множителей Лагранжа. Запишем функцию Лагранжа как сумму целевой функции (3.18) и ограничения (3.20), умноженного на множитель Лагранжа:

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

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

$$\begin{cases} \dfrac{\partial L}{\partial x_i} = -\dfrac{x_i}{r_i} + \lambda = 0, \quad i = 1,n; \\ \dfrac{\partial L}{\partial \lambda} = \sum\limits_{i=1}^{n} x_i - R = 0. \end{cases} \tag{3.21}$$

Из первого уравнения системы (3.21) следует:

$$x_i = \lambda r_i. \tag{3.22}$$

Подставляя (3.22) во второе уравнение системы (3.21), получаем

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

Откуда найдём множитель Лагранжа:

$$\lambda = \frac{R}{\sum_{i=1}^{n} r_i}. \qquad (3.23)$$

Подставляя множитель Лагранжа (3.23) в (3.22), получаем оптимальный закон планирования для центра:

$$x_i^{opt} = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^{n} r_i} R. \qquad (3.24)$$

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:

$$F(x_1, x_2) = Rp - c_1(x_1) - c_2(x_2) \to \max. \qquad (3.25)$$

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

$$x_1 + x_2 = R, \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \qquad (3.26)$$

Оптимизационная задача (3.25)-(3.26) является задачей на условный экстремум. Её решение можно найти двумя способами.

I способ: решение методом подстановки.

Выразим план для второго агента из ограничения (3.26) $x_2 = R - x_1$ и подставим в целевую функцию центра:

$$F(x_1) = Rp - 10x_1^2 - 20(R - x_1)^2 \to \max. \qquad (3.27)$$

Таким образом, от задачи с двумя переменными и ограничением (3.25)-(3.26) перешли к задаче с одной переменной (3.27).

Для нахождения экстремума функции одной переменной продифференцируем и приравняем к 0 выражение (3.27):

$$\frac{dF(x_1)}{x_1} = -2 \cdot 10x_1 - 2 \cdot 20(R - x_1) \cdot (-1) = 0. \qquad (3.28)$$

Решая уравнение (3.28), получим план для первого агента:

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

Из ограничения (3.26) определим план для второго агента:

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

II способ: решение методом множителей Лагранжа.

Перепишем ограничение (3.26) в следующем виде:

$$g(x_1, x_2) = x_1 + x_2 - R = 0. \qquad (3.29)$$

Запишем функцию Лагранжа как сумму целевой функции (3.25) и ограничения (3.28), умноженного на множитель Лагранжа λ:

$$L(x_1, x_2, \lambda) = F(x_1, x_2) + \lambda g(x_1, x_2) =$$

$$= Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 + \lambda(x_1 + x_2 - R).$$

Найдём частные производные от функции Лагранжа по неизвестным переменным x_1, x_2, λ и приравняем к нулю:

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

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:

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

Определим максимальную прибыль центра:

$$\pi^{\max}(100,50) = Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 =$$

$$= 100 \cdot 4000 - 10 \cdot 100^2 - 20 \cdot 50^2 = 450000\ руб.$$

Определим прибыль для первого и второго агента:

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

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

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:

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

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 неопределённости 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:

$$x_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i} R. \qquad (3.30)$$

Анализ выражения (3.30) 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 $p^{вн}$ будем определять из условия согласованности экономических интересов руководства и исполнителей:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i^* = R = \sum_{i=1}^{n} r_i p^{\text{вн}}.$$

Отсюда:

$$p^{\text{вн}} = \frac{R}{\sum_{i=1}^{n} r_i}.$$

Далее определим внутреннюю прибыль исполнителей:

$$f_i^{\text{вн}} = p^{\text{вн}} x_i - \frac{x_i^2}{2r_i}.$$

Прибыль всей системы запишется как:

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

Определим фактическую прибыль исполнителей:

$$f_i^{\text{факт}} = \frac{f_i^{\text{вн}}}{\sum_{i=1}^{n} f_i^{\text{вн}}} F.$$

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.

3.5 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

$$x_i(S_i) = \begin{cases} s_i, \ \text{если} \ \sum_{j=1}^{n} s_j \le R; \\ \min\left[s_i, \ \gamma\eta_i(s_i)\right], \ \text{если} \ \sum_{j=1}^{n} s_j > R, \end{cases} \tag{3.31}$$

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;

γ – общий для всех агентов параметр, задаваемый в условии полного использования ресурса:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} \min\left[s_i, \ \gamma\eta_i(s_i)\right] = R. \tag{3.32}$$

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 учётом приоритетов предпочтения руководства. Функцией приоритетов в данном механизме является заявка агента $\eta_i(s_i) = s_i$. Подставим функцию приоритетов в условие (3.32) и определим параметр γ:

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

Подставив параметр γ в (3.31), получим формулу для распределения ресурса в механизме прямых приоритетов:

$$x_i(s_i) = \begin{cases} s_i, & \text{если } \sum_{j=1}^{n} s_j \le R; \\ \dfrac{s_i}{\sum_{i=1}^{n} s_i} \mathrm{R}, & \text{если } \sum_{j=1}^{n} s_j > R. \end{cases} \qquad (3.33)$$

Математическую формулу (3.33) 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 $s_i \le D_i$, то все агенты в равновесной ситуации заявят величину $s_i^* = D_i$. Это явление в экономике известно как тенденция завышения заявок на сырьё, 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 объёма выполняемого заказа $\mathrm{c}_1(x_1) = 10x_1^2$ и $\mathrm{c}_2(x_2) = 20x_2^2$. 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;

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:

$$\pi(75,75) = Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 =$$

$$= 150 \cdot 4000 - 10 \cdot 75^2 - 20 \cdot 75^2 = 431250 \text{ руб.}$$

Прибыль агентов:

$$\pi_1(75) = x_1 p - 10x_1^2 = 75 \cdot 4000 - 10 \cdot 75^2 = 243750 \text{ руб.}$$

$$\pi_2(75) = x_2 p - 20x_2^2 = 75 \cdot 4000 - 20 \cdot 75^2 = 187500 \text{ руб.}$$

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.

3.6 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 (объём 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 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:

$$x_i(s_i) = \begin{cases} s_i, & \text{если } \sum_{j=1}^{n} s_j \le R; \\ \min\left[s_i,\ \gamma\left(\frac{A_i}{s_i}\right)\right], & \text{если } \sum_{j=1}^{n} s_j > R. \end{cases} \qquad (3.34)$$

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. 3.9 изображён график функции $\min\left[s_i,\ \gamma\left(\frac{A_i}{s_i}\right)\right]$ в случае дефицита.

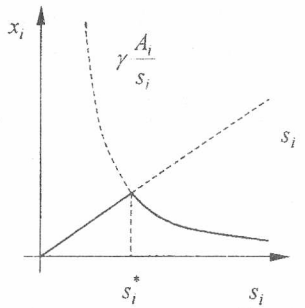


Рис. 3.9 – График функции $\min\left[s_i,\ \gamma\left(\frac{A_i}{s_i}\right)\right]$

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:

$$s_i^* = x_i^* = \sqrt{\gamma A_i}\ . \qquad (3.35)$$

Выбирая вместо s_i^* любую другую стратегию s_i, i-й агент лишь уменьшает выделяемый ему ресурс x_i. Подставив (3.35) в ограничение (3.32)

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

найдём параметр γ:

$$\gamma = \left[\frac{R}{\sum_{i=1}^{n} \sqrt{A_i}}\right]^2. \qquad (3.36)$$

Подставив (3.36) в (3.35), получим выражение для равновесных заявок и планов:

$$s_i^* = x_i^* = \frac{\sqrt{A_i}}{\sum_{i=1}^{n}\sqrt{A_i}} R. \qquad (3.37)$$

Из балансового условия (3.32)

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

определим параметр γ:

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

Подставив γ в выражение (3.34), получим формулу для распределения ресурса в механизме обратных приоритетов:

$$x_i\left(s_i\right) = \begin{cases} s_i, & \text{если } \sum_{j=1}^{n} s_j \le R; \\ \min\left[s_i, \dfrac{A_i / s_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i / s_i} R \right], & \text{если } \sum_{j=1}^{n} s_j > R. \end{cases} \qquad (3.38)$$

Математическую формулу (3.38) можно выразить девизом «больше просишь – меньше получаешь». Стратегии агентов s_i^* (3.37) 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 объёма 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:

$$\pi(87,87;62,13) = Rp - 10x_1^2 - 20x_2^2 =$$

$$= 150 \cdot 4000 - 10 \cdot (87,87)^2 - 20 \cdot (62,13)^2 = 445584 \ руб.$$

Прибыль агентов:

$$\pi_1(87,87) = x_1 p - 10x_1^2 = 87,87 \cdot 4000 - 10 \cdot (87,87)^2 = 274264 \ руб.$$

$$\pi_2(62,13) = x_2 p - 20x_2^2 = 62,13 \cdot 4000 - 20 \cdot (62,13)^2 = 171320 \ руб.$$

Потери Центра из-за неэффективного управления равны:

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

Эффективность механизма обратных приоритетов

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

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

3.7 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 бóльшую маржинальную прибыль при заданной величине оборотных средств.

Маржинальная прибыль рассчитывается по формуле:

$$П_i^м = p_i - c_i.$$

Маржинальная рентабельность рассчитывается по формуле:

$$S_i^{\text{м}} = \frac{p_i - c_i}{c_i}.$$

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

На рис. 3.10 представлена вход-выходная схема данного механизма.



Рис. 3.10 – 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:

$$\begin{cases} \Pi^{\text{м}} = \sum_{i=1}^{n} (p_i - c_i)x_i \to \max, \\ 0 \le x_i \le Q_i, \\ \sum_{i=1}^{n} c_i x_i = 0. \end{cases}$$

Алгоритм решения:

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

$$S_1^{\text{м}} > S_2^{\text{м}} > \cdots > S_i^{\text{м}} > \cdots > S_n^{\text{м}}.$$

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:

$$\sum_{i=1}^{\text{к}} c_i Q_i < 0,$$

$$i = 1 \ldots K,$$

$$x_i^0 = Q_i.$$

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.

3.8 Механизм опережающего самоконтроля

Механизм опережающего самоконтроля предназначен **для своевременного информирования** руководителя (Центра) о возможных **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. 3.11 представлена вход-выходная схема данного механизма.



Рис. 3.11 – Вход-выходная схема механизма опережающего самоконтроля

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.

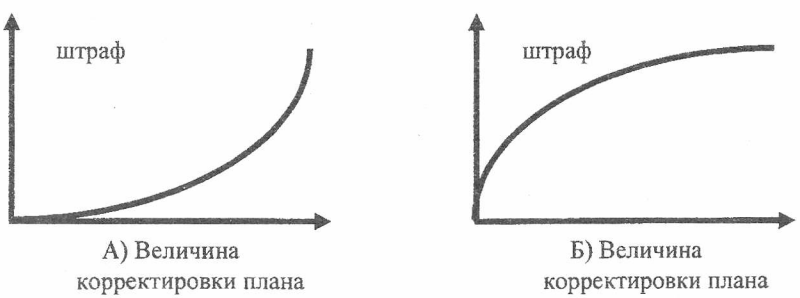


Рис. 3.12 – Выпуклая (А) и вогнутая (Б) зависимости

При вогнутой зависимости поведение агентов становится нестабильным, 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.

$$f^{\text{штр}} = \beta\left(N^{\text{пл}} - N^{\phi}\right),$$

где β – норматив штрафа за невыполнение плана (руб./ед.);

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

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

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

где α – норматив штрафа за корректировку планового задания;

T^{ϕ} – время, прошедшее с начала планового периода;

T – длительность периода планирования.

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

3.9 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. 3.13 представлена вход-выходная схема данного механизма.



Рис. 3.13 – Вход-выходная схема механизма комплексного оценивания

Пример.Пусть при оценке некоторого объекта выбрано три направления оценивания (рис. 3.14). 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. 3.14).



Рис. 3.14 – Схема формирования комплексной оценки для трех направлений

Если выбрана четырехбалльная шкала оценок (от 1 до 4 баллов), то матрица свертки имеет размерность 4 × 4. Пусть выбраны две изображенные на рис. 3.15 матрицы логической свертки.

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

Рис. 3.15 – 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. 3.16.

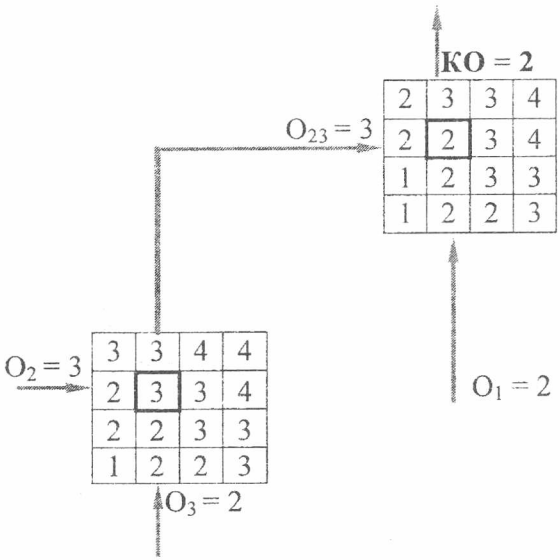


Рис. 3.16 – Процедура расчета комплексной оценки

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. 3.16 видно, что $O_{23} = 3$. Аналогично с помощью матрицы M_2 определяется комплексная оценка.

3.10 Механизм стимулирования

Стимулированием называется побуждение агентов к совершению определённых 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 задаёт 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. 3.17. В качестве центра может выступать работодатель, руководитель агента или организация, заключившая договор с агентом. В качестве агента может выступать наёмный работник, подчинённый или организация, являющаяся второй стороной по договору. В договорах российских организаций под центром понимается «ЗАКАЗЧИК», а под агентом – «ИСПОЛНИТЕЛЬ».

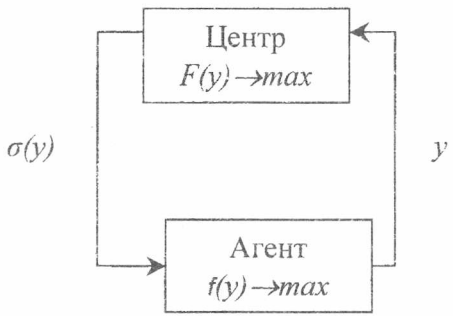


Рис. 3.17 – Структура базовой организационной системы

Стратегией агента является выбор действия $y \in Y$ (количество произведённой 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:

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

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:

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

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:

$$P(y) = \arg\max_{y \in Y} \{\sigma(y) - c(y)\}. \qquad (3.39)$$

Зная, что агент выбирает действия из множества (3.39), 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 меньшее, чем получение $U \geq 0$.

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

$$\begin{cases} H(y^*) - \sigma(y^*) \to \max; \\ y^* = \arg\max\limits_{y \in Y} \{\sigma(y) - c(y)\}; \\ \sigma(y^*) - c(y^*) \geq U. \end{cases} \qquad (3.40)$$

3.10.1 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 α – ставка оплаты единицы произведенной агентом продукции (рис. 3.17). Цена, по которой центр продаёт продукцию, – p. Затраты агента, выраженные в денежной форме: $c(y) = \dfrac{y^2}{2r}$, 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 α. Запишем целевую функцию центра:

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

и целевую функцию агента:

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

Задача стимулирования формулируется:

$$\begin{cases} py^* - \alpha y^* \to \max; & (3.41) \\ y^* = \arg\max\limits_{y \in Y} \{\alpha y - \dfrac{y^2}{2r}\}. & (3.42) \end{cases}$$

Данная задача решается в 2 этапа. На первом этапе из выражения (3.42) определяется реакция агента как аналитическая зависимость от параметра системы стимулирования центра α. На втором этапе полученная аналитическая зависимость подставляется в формулу (3.41), получается задача безусловной оптимизации. Решая эту задачу, определим параметр системы стимулирования α.

Первый этап. Найдем реакцию агента из решения оптимизационной задачи (3.42). Для этого продифференцируем выражение (3.42) 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 объём производимой им продукции, который максимизирует его прибыль, прямо пропорционален ставке оплаты продукции α и квалификации агента r.

Второй этап. Подставим реакцию агента в целевую функцию (3.41):

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

Вычислим первую производную и приравняем к нулю:

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

Решая уравнение, определим параметр α:

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

Параметр системы стимулирования α зависит только от цены продукции.

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

Решение:

Запишем целевую функцию центра:

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

и целевую функцию агента:

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

Задача стимулирования формулируется:

$$\begin{cases}1000y^*-\alpha y^*\to\max; & (3.43)\\ y^*=\arg\max\limits_{y\ge0}\{\alpha y-0,1y^2\}. & (3.44)\end{cases}$$

Первый этап. Найдем реакцию агента из решения оптимизационной задачи (3.44). Для этого продифференцируем выражение (3.44) по y и приравняем к нулю:

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

Решая уравнение, определим реакцию агента:

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

Второй этап. Подставим реакцию агента в целевую функцию (3.43):

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

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 α:

$$\alpha = 500.$$

3.10.2 Механизм стимулирования в многоэлементной системе с независимыми исполнителями

В реальных организациях присутствует множество агентов. Рассмотрим многоэлементную систему (рис. 3.18).

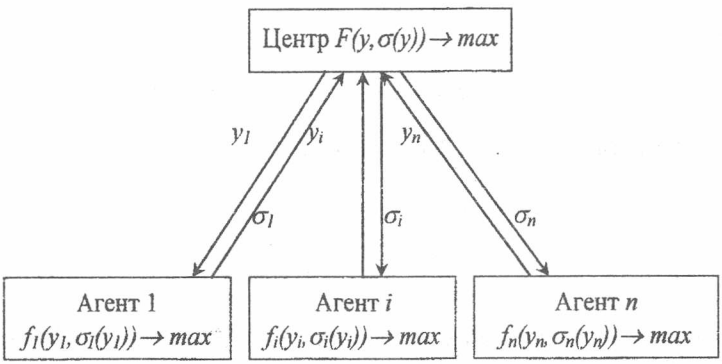


Рис. 3.18 Многоэлементная система с независимыми исполнителями

Здесь F – целевая функция руководства; y – вектор, компонентами которого являются действия исполнителя $y = \{y_1, y_2, \cdots, y_i, \cdots, y_n\}$; $\sigma(y)$ – денежное вознаграждение (функция стимулирования); $f_i(y_i)$ – целевая функция i-го исполнителя; $H(y)$ – совокупный доход руководства от действия всех исполнителей; $C_i(y_i)$ – функция затрат исполнителя, выраженная в денежном эквиваленте и представляющая собой процедуру перевода 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:

$$f_i(y_i) = \sigma_i(y_i) - c_i(y_i) \to \max.$$

Целевая функция центра:

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

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

Сформируем задачу стимулирования для системы со слабо связанными агентами:

$$\begin{cases} H(y^*) - \sum_{i=1}^{n} \sigma_i(y_i^*) \to \max; & (3.45) \\ y_i^* = \arg\max_{y_i \geq 0} \{\sigma_i(y_i) - c_i(y_i)\}, \ i = 1, n; & (3.46) \\ \sum_{i=1}^{n} \sigma_i(y_i^*) \leq R; & (3.47) \\ \sigma_i(y_i^*) - c_i(y_i^*) \geq U. & (3.48) \end{cases}$$

Условие (3.45) учитывает ограниченность фонда заработной платы R. Данная задача решается в два этапа. На первом этапе из выражения (3.46) определяется действие агента как аналитическая зависимость от параметров системы стимулирования центра. На втором этапе полученная аналитическая зависимость подставляется в формулу (3.45), 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 α_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 α_i. Сформулируем задачу стимулирования:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} y_i^* p - \sum_{i=1}^{n} \alpha_i y_i^* \to \max; & (3.49) \\ y_i^* = \arg\max\limits_{y_i \geq 0} \{\alpha_i y_i - \frac{y_i^2}{2r_i}\}, \ i=1,n; & (3.50) \\ \sum_{i=1}^{n} \alpha_i y_i \leq R. & (3.51) \end{cases}$$

Первый этап. Из выражения (3.50) 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 α_i и квалификации r_i.

Второй этап. Подставим $y_i^* = \alpha_i r_i$ в выражение для целевой функции центра (3.49) и ограничение (3.50), получим задачу на условный экстремум:

$$\begin{cases} F(\alpha_i) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i r_i p - \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^2 r_i \to \max; \\ \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^2 r_i \leq R. \end{cases}$$

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

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

Найдём частные производные от функции Лагранжа по неизвестным:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial L}{\partial \alpha_i} = pr_i - 2\alpha_i r_i + 2\lambda\alpha_i r_i = 0, \ i = 1, n; & (3.52) \\ \dfrac{\partial L}{\partial \lambda} = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^2 r_i - R = 0. & (3.53) \end{cases}$$

Вынесем в выражении (3.52) общий множитель за скобки:

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

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

$$\alpha_i = \frac{p}{2(1-\lambda)} = \alpha = \text{const}. \qquad (3.54)$$

Получилось, что параметры функций стимулирования для всех агентов одинаковы. Из ограничения (3.53) 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 зависимость 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 α_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 α_1 и α_2.

Решение. Сформулируем задачу стимулирования:

$$\begin{cases} 1000y_1^* + 1000y_2^* - \alpha_1 y_1^* - \alpha_2 y_2^* \to \max; & (3.55)\\ y_1^* = \arg\max\limits_{y_1 \ge 0} (\alpha_1 y_1 - 0,4y_1^2); & (3.56)\\ y_2^* = \arg\max\limits_{y_2 \ge 0} (\alpha_2 y_2 - 0,6y_2^2); & (3.57)\\ \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 \le 20000. & (3.58) \end{cases}$$

Первый этап. Из выражения (3.56) и (3.57) определим реакцию агентов. Для нахождения экстремума функции одной переменной продифференцируем функции и приравняем к нулю:

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

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 (3.55) и ограничение (3.58), получим задачу на условный экстремум:

$$\begin{cases} 1000\dfrac{5\alpha_1}{4}+1000\dfrac{5\alpha_2}{6}-\dfrac{5\alpha_1^2}{4}-\dfrac{5\alpha_2^2}{6}\to \max; \\ \dfrac{5\alpha_1^2}{4}+\dfrac{5\alpha_2^2}{6}\le 20000. \end{cases}$$

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

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

Найдём частные производные от функции Лагранжа по неизвестным α_1, α_2 и λ:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial L}{\partial \alpha_1}=1250-\dfrac{10\alpha_1}{4}+10\lambda\dfrac{\alpha_1}{4}=0; & (3.59) \\ \dfrac{\partial L}{\partial \alpha_2}=\dfrac{2500}{3}-\dfrac{10\alpha_2}{6}+10\lambda\dfrac{\alpha_2}{6}=0; & (3.60) \\ \dfrac{\partial L}{\partial \lambda}=20000-\dfrac{5\alpha_1^2}{4}-\dfrac{5\alpha_2^2}{6}=0. & (3.61) \end{cases}$$

Выразим из (3.59) и (3.60) неизвестные α_1, α_2:

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

Получилось, что параметры функций стимулирования для обоих агентов одинаковы. Из ограничения (3.61) определяем параметр системы стимулирования:

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

Данная система стимулирования является унифицированной.

3.10.3 Механизм стимулирования в многоэлементной системе с сильно связанными (зависимыми) исполнителями

Факт зависимости исполнителей 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. 3.19.

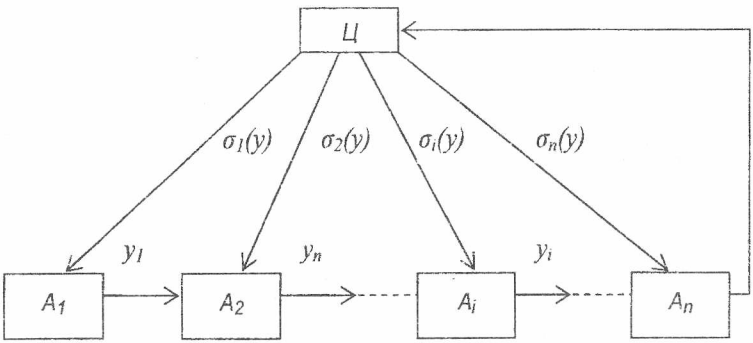


Рис. 3.19 – Многоэлементная система с сильно связанными агентами

Вектор действия всех агентов $y = (y_1, y_2, ..., y_n)$. 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 объёмом y_i, которую центр продаёт по цене p. Центр использует пропорциональную систему стимулирования $\sigma(y_i,\alpha_i)=\alpha_i y_i$, где α_i – ставка оплаты единицы продукции. Затраты агентов определяются соответственно $c_1(y_1,y_2)=\beta_1\left(y_1+\gamma_1 y_2\right)^2$, $c_2(y_1,y_2)=\beta_2\left(y_2+\gamma_2 y_1\right)^2$. Фонд заработной платы, которым располагает центр, составляет R денежных единиц. Определить ставку оплаты единицы продукции α_i.

Запишем целевую функцию центра:

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

и целевые функции агентов:

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

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

Сформулируем задачу стимулирования:

$$\begin{cases} p(y_1^*+y_2^*)-\alpha_1 y_1^*-\alpha_2 y_2^*\to\max; \\ y_1^*=\arg\max\limits_{y_1\ge 0}\left(\alpha_1 y_1-\beta_1\left(y_1+\gamma_1 y_2\right)^2\right); \\ y_2^*=\arg\max\limits_{y_2\ge 0}\left(\alpha_2 y_2-\beta_2\left(y_2+\gamma_2 y_1\right)^2\right). \end{cases}$$

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:

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

Решая эту систему, получим:

$$\begin{cases} y_1^* = \dfrac{\alpha_1 - 2\beta_1\gamma_1 y_2}{2\beta_1}; \\ y_2^* = \dfrac{\alpha_2 - 2\beta_2\gamma_2 y_1}{2\beta_2}. \end{cases}$$

Подставим второе уравнение в первое, после преобразований получим:

$$y_1^* = \frac{\beta_2\alpha_1 - \beta_1\gamma_1\alpha_2}{2\beta_1\beta_2(1-\gamma_1\gamma_2)}. \tag{3.62}$$

Аналогично найдём реакцию второго агента:

$$y_2^* = \frac{\beta_1\alpha_2 - \beta_2\gamma_2\alpha_1}{2\beta_1\beta_2(1-\gamma_1\gamma_2)}. \tag{3.63}$$

Второй этап. Подставим реакции агентов (3.62), (3.63) в целевую функцию центра:

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

$$-\alpha_1\frac{\beta_2\alpha_1 - \beta_1\gamma_1\alpha_2}{2\beta_1\beta_2(1-\gamma_1\gamma_2)} - \alpha_2\frac{\beta_1\alpha_2 - \beta_2\gamma_2\alpha_1}{2\beta_1\beta_2(1-\gamma_1\gamma_2)} \to \max.$$

После преобразований получим:

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

$$-\beta_1\alpha_2^2 + \alpha_1\alpha_2(\beta_1\gamma_1 + \beta_2\gamma_2) \to \max.$$

Продифференцировав это выражение по α_1, α_2 и приравняв производные нулю, получим систему уравнений:

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

Выразим из второго уравнения второй параметр: $\alpha_2 = \dfrac{p\beta_1(1-\gamma_1)+\alpha_1(\beta_1\gamma_1+\beta_2\gamma_2)}{2\beta_1}$ 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, найдём первый параметр:

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

Аналогично найдём второй параметр:

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

Пример. Руководитель (центр) поручает работу бригаде, состоящей из 2 рабочих. Рабочие (агенты) изготавливают однородную продукцию объемом y_i, которую центр продаёт по цене p=1500. Центр использует пропорциональную систему стимулирования $\sigma(y_i,\alpha_i)=\alpha_i y_i$, где α_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 α_i.

Решение. Запишем целевую функцию центра:

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

и целевые функции агентов:

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

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

Сформулируем задачу стимулирования:

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

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

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

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

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

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

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

Второй этап. Подставим реакции агентов в целевую функцию центра:

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

$$-\alpha_2\left(\frac{5\alpha_2}{209} - \frac{5\alpha_1}{266}\right) \to \max.$$

Продифференцировав это выражение по α_1, α_2 и приравняв нулю, получим систему уравнений:

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

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.

3.11 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 «пло-

хо», 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:

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

Его задача минимизировать эту функцию.

Функция свёртки должна удовлетворять трём принципиальным условиям:

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

В игре моделируется несколько функций свертки.

а) Среднее арифметическое всех оценок экспертов:

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

б) Среднее геометрическое:

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

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

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

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

г) 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 $j=1,\ldots,n$, 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 $s_j = \max \tilde{s}$ для любого $j=1,\ldots,n$, 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.

Имеются 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 свёртки возьмём среднее арифметическое. Предположим, что эксперты заинтересованы в минимизации своей целевой функции $f_i = |\pi(s) - r_i| \to \min$. Пусть все эксперты сообщили достоверную информацию:

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

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

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

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 удаётся определить номер этого эксперта, то тогда в качестве итоговой оценки экспертизы берётся его выставленная оценка.

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

$$r_1 < r_2 < \ldots < r_n.$$

Введем в рассмотрение убывающую числовую последовательность: $w_0 > w_1 > \ldots > w_{n-1}$, которая формируется путем последовательного перебора всех номеров i от 0 до n. При i=0 предполагается, что все n экспертов сообщили максимальную оценку. Тогда $w_0 = \frac{D+D+\cdots+D}{n} = D$. При i=1 один экс-

перт сообщил минимальную оценку, а остальные (n-1) экспертов – максимальную. Тогда $w_1 = \frac{d+D+\cdots+D}{n}$. Очевидно, что $w_n = \frac{d+d+\cdots+d}{n} = d$.

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

$$K = \text{maxmin}\,(r_i;\ w_{i-1});\ i = 1 \ldots n.$$

Вернемся к нашему числовому примеру:

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

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

$i = 3\ \ r_2 = 0{,}7\ \ w_2 = \frac{0+0+1}{3} = \frac{1}{3}.$

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 котором высказанные оценки экспертов будут упорядочены в порядке возрастания:

$$s_1 < s_2 < \ldots < s_n.$$

Итоговая оценка экспертизы при этом определяется по следующему правилу:

$$x^* = \text{maxmin}\,(s_i;\ w_{i-1});\ i = 1 \ldots n.$$

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

Библиографический список

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: учебник. – 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 4 МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ В КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУРАХ

4.1 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 специализированной 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. 4.1.

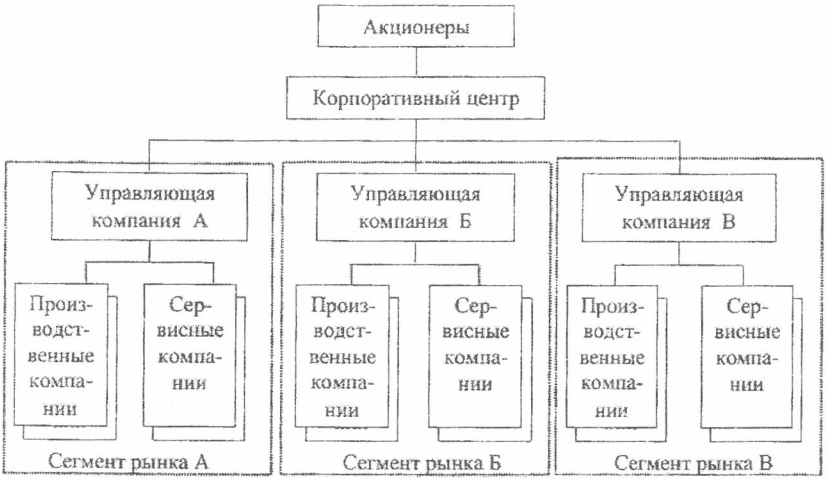


Рис. 4.1. Обобщенная организационная структура ИКС

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 производственной 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 добыча 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 и 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». Горизонтально интегрированные компании имеют такие преимущества, как возможность диктовать условия поставщикам сырья, материалов и комплектующих изделий, а также 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 объединению предприятий в крупные ИКС. ИКС в форме холдинга, решая названные выше проблемы, создает дополнительные возможности, делает входящие в неё 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 участ-

ников 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»).

4.2 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

$$\sum_{i=1}^{n} Q_i > R\,, \tag{4.1}$$

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

$$\Pi = \sum_{i=1}^{n} (Ц_д - C_i) x_i, \tag{4.2}$$

где $Ц_д$ – договорная цена продукции при следующих ограничениях:

$$0 \le x_i \le Q_i, \tag{4.3}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = R. \tag{4.4}$$

Поставим задачу определения x_i, $i=1...n$, так чтобы прибыль (4.2) была максимальной при ограничениях (4.3), (4.4). Решение этой задачи очевидно. Пусть предприятия пронумерованы по возрастанию себестоимости C_i, то есть $C_1 \le C_2 \le C_3 \le ... \le C_n$ или по убыванию маржинальных рентабельностей:

$$\rho_i = \frac{Ц_д - C_i}{C_i} \quad . \tag{4.5}$$

Определим предприятие k такое, что:

$$\sum_{j=1}^{k} Q_j < R \le \sum_{j=1}^{k+1} Q_j. \tag{4.6}$$

В оптимальном решении задачи первые k предприятий получают максимальный заказ:

$$x_i^0 = Q_i\,, i = 1, k. \tag{4.7}$$

Предприятие $(k+1)$ получает остаток:

$$x_{k+1}^0 = R - \sum_{j=1}^{k} Q_j. \tag{4.8}$$

Остальные предприятия не получают заказ. Проблема, однако, в том, что Корпоративный центр не имеет полной и достоверной информации о се-

бестоимостях 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 занизить 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

$$\pi i = Ц_д - S_i > Ц_д - C_i, \qquad (4.9)$$

если $S_i < C_i$. Обозначим через φ норматив отчислений от планируемой прибыли Корпоративному центру. Тогда прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, будет равна

$$\pi_i = (Ц_д - C_i) - \varphi(Ц_д - S_i). \qquad (4.10)$$

Остаточная рентабельность заказа (с учетом доли прибыли, отчисляемой Центру) составит:

$$\rho_i^0 = \frac{(Ц_Д - C_i) - \varphi(Ц_Д - S_i)}{C_i} \quad . \qquad (4.11)$$

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. Ситуации равновесия Нэша соответствует оптимальное распределение корпоративного заказа в смысле критерия максимума маржинальной прибыли корпорации.

Определим ситуацию равновесия Нэша. Очевидно, что сообщая оценки $S_i = C_{k+2}$, $i = 1, \ldots, (k + 1)$, 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:

$$S_i^* = \begin{cases} C_{k+2}, i = 1, k+2, \\ C_i, i > k+2. \end{cases} \tag{4.12}$$

Прибыль Корпоративного центра будет равна:

$$\Pi_{\text{ц}} = \left(\text{Ц}_{\text{д}} - C_{k+2}\right) R\varphi. \tag{4.13}$$

Максимально возможная прибыль при условии, что Центр имеет достоверную информацию о себестоимостях предприятий, составляет:

$$\Pi_{\text{ц}}^m = \varphi \sum_{i=1}^{k+1} \left(\text{Ц}_{\text{д}} - C_i\right) x_i^o. \tag{4.14}$$

Отношение $\Pi_{\text{ц}}$ к $\Pi_{\text{ц}}^m$ характеризует эффективность простого конкурсного механизма:

$$\text{Э} = \frac{\Pi_{Ц}}{\Pi_{Ц}^m} = \frac{(\Pi_{Д} - C_{k+2})R}{\Pi_{Ц}^m}. \tag{4.15}$$

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 ($Ц_д - S_i$) и сверхплановую прибыль ($S_i - C_i$). Очевидно, что их сумма равна фактической прибыли. Примем, что норматив отчислений β от сверхплановой прибыли больше, чем норматив отчислений φ 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:

$$\Pi_i = (1-\varphi)(Ц_д - S_i) + (1-\beta)(S_i - C_i) = (\varphi - \beta)S_i + \\ +(1-\varphi)Ц_д - (1-\beta)C_i. \qquad (4.16)$$

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.

4.3 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:

$$\varphi_i(x_i, c_i) = c_i x_i, 0 \le x_i \le Q_i. \quad (4.17)$$

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 $Ц_в$. Это происходит следующим образом. Пусть предприятия пронумерованы в порядке возрастания S_i, то есть $S_1 \le S_2 \le ... \le S_n$.

Определяем номер k такой, что:

$$\sum_{i=1}^{k} Q_j < R \le \sum_{i=1}^{k+1} Q_j. \quad (4.18)$$

Первые k предприятий получают заказ $x_i = Q_i$, а предприятие $(k + 1)$ – остаток:

$$x_{k+1} = R - \sum_{i=1}^{k} Q_i. \quad (4.19)$$

Остальные предприятия заказа не получают. Легко видеть, что процедура распределения заказа такая же, как в простом конкурсном механизме. Внутренняя цена определяется выражением:

$$Ц_в = (1+P_m)S_{k+1}, \quad (4.20)$$

где P_m – минимальный уровень рентабельности для предприятий корпорации.

3. Определяется внутренняя прибыль каждого предприятия:

$$П_i^в = (Ц_в - C_i)x_i \quad (4.21)$$

и фактическая прибыль корпорации:

$$П_{кор} = \sum_i (Ц_д - C_i)x_i. \quad (4.22)$$

Наконец, прибыль корпорации распределяется прямо пропорционально внутренним прибылям предприятий, то есть:

$$П_i = \frac{П_i^в}{\sum_j П_j^в} П_{кор}. \quad (4.23)$$

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 $П_i^в = (Ц_в - C_i)x_i$.

Для любого предприятия $i \le k$ имеем:

$$П_i = \frac{П_i^в}{\sum_i П_i^в} П_{кор} = \frac{(Ц_в - S_i)x_i}{\sum_j (Ц_в - S_j)x_j} П_{кор}. \qquad (4.24)$$

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 вариант 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 $Ц_в = (1+P_m)S_{k+1}$. Для этого предприятия имеем:

$$П_{k+1} = \frac{\rho_m S_{k+1} x_{k+1} П_{кор}}{\sum_{j \ne i} [(1+\rho_m)S_{k+1} - S_{j0}]x_j + \rho_m S_{k+1} x_{k+1}}. \qquad (4.25)$$

В данном случае $П_{(k+1)}$ 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:

$$П_i = Ц_в - \max(S_i, C_i). \qquad (4.26)$$

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 перераспределения прибыли фактически не происходит.

4.4 Механизм распределения корпоративного заказа на основе внутренних цен для нелинейных функций производственных издержек

Пусть функции производственных издержек предприятий имеют вид:

$$\varphi_i(x_i, r_i) = \frac{1}{q} r_i^{1-q} x_i^q, \qquad (4.27)$$

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:

$$x_i^o = \frac{r_i}{H}, i = 1, n, \text{где } H = \sum_{i=1}^{n} r_i . \quad (4.28)$$

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 $Ц_в$ и, соответственно, внутренней прибыли предприятия:

$$П_i^в = Ц_в x_i - \varphi_i(x_i, r_i). \quad (4.29)$$

При этом планы x_i назначаются на основе принципа «честной игры», то есть из условия максимума функции предпочтения:

$$Ц_в x_i - \varphi_i(x_i, S_i). \quad (4.30)$$

Условие максимума функции предпочтения имеет вид:

$$\frac{d\varphi_i(x_i, S_i)}{dx_i} = \left(\frac{x_i}{S_i}\right)^{q-1} = Ц_в. \quad (4.31)$$

Из этого условия получаем:

$$x_i = S_i Ц_в^{\frac{i}{q-1}}. \quad (4.32)$$

Внутренняя цена определяется из ограничения:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = S\, Ц_в^{\frac{i}{q-1}} = R, \quad (4.33)$$

где $S = \sum_{i-1}^{n} S_i$, и равна:

$$Ц_в = \left(\frac{R}{S}\right)^{q-1}, \quad (4.34)$$

а планы предприятий:

$$x_i = \frac{S_i}{S} R. \quad (4.35)$$

Важной особенностью механизма внутренних цен является распределение фактической прибыли корпорации между предприятиями прямо пропорционально их внутренним прибылям, а именно:

$$\Pi_i = \frac{\Pi_i^в}{\sum_j \Pi_j^в} \Pi_k, \tag{4.36}$$

где Π_k – прибыль корпорации. Если подставить в (4.36) выражения (4.29), (4.34) и (4.35), то получим:

$$\Pi_i = \frac{Ц_в^{\frac{1}{q-1}} \left(s_i - \frac{1}{q} r_i^{1-q} s_i^q\right)}{Ц_в^{\frac{1}{q-1}} \sum_j \left(s_j - \frac{1}{q} r_j^{1-q} s_i^q\right)} \Pi_k. \tag{4.37}$$

Поскольку $Ц_в^{\frac{1}{q-1}}$ входит и в числитель, и в знаменатель, то сокращая на этот множитель, получаем, что максимизация Π_i эквивалентна максимизации по S_i величины:

$$S_i - \frac{1}{q} r_i^{1-q} S_i^q. \tag{4.38}$$

Максимум (4.38) 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 (4.36), механизм внутренних цен предусматривает перераспределение прибыли между предприятиями, то есть Π_i в общем случае может не совпадать с фактической прибылью, полученной предприятием i, то есть с величиной:

$$Ц_д x_i - \varphi_i(x_i, r_i). \tag{4.39}$$

Удивительным, однако, оказалось еще одно свойство механизма внутренних цен.

3. В случае производственных функций типа Кобба-Дугласа величина Π_i в точности совпадает с фактической прибылью, полученной предприятием i, то есть никакого перераспределения прибыли не происходит.

4.5 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 φ_0 – норматив отчислений от прибыли Корпоративному центру, $\varphi_0 > \varphi_1 > \ldots > \varphi_\kappa$ – 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 $Y_0 \subset Y_1 \subset \ldots \subset Y_k$, 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 φ_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 Π_i максимальную прибыль корпоративного центра при нормативе отчислений φ_i. Путем перебора всех возможных значений φ_i определяем норматив, при котором прибыль Корпоративного центра максимальна.

Библиографический список

1. Масютин С.А. Механизмы корпоративного управления. – М.: Финстатинформ, 2002.
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.
4. Леонтьев С.В., Масютин С.А., Тренев В.Н. Стратегии успеха (обобщение опыта реформирования российских промышленных предприятий): учеб. пособие по менеджменту. – М.: Экономика, 2000.
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.

Глава 5 ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

5.1 Имитационное моделирование – метод экспериментального исследования

Эффективным средством исследования механизмов функционирования организационных систем, наряду с аналитическими методами исследования, является метод игрового имитационного моделирования.

Применение игрового имитационного моделирования при разработке и исследовании механизмов внутрифирменного управления позволяет осуществлять экспериментальную проверку теоретических результатов и практических предложений по созданию новых механизмов и совершенствовать существующие.

Организация игровых имитационных экспериментов осуществляется для исследования функционирования организационной системы в течение определенного периода времени. В игровой интерпретации отдельный период функционирования организационной системы рассматривается как одна партия, при этом предполагается, что механизм функционирования определен и не меняется при переходе от одного периода функционирования к другому.

При проведении имитационных игр функции руководства подразделений фирмы, связанные с принятием решений, выполняют игроки. Каждая имитационная игра, как и большинство игр, связанных с анализом экономических механизмов, состоит из нескольких партий. Каждая партия проводится в три этапа.

1. Этап сбора данных.
2. Этап принятия решения.
3. Этап реализации.

На этапе сбора данных ведущему игры сообщается запрашиваемая информация, на этапе принятия решения на основе полученной информации формируется управленческое решение и, наконец, на этапе реализации определяется значение целевых функций игроков (выигрыш).

Зачастую в качестве игроков выступают так называемые автоматы (компьютер). Под автоматом будем понимать специальную программу, в которой реализован алгоритм гипотезы поведения человека, принимающего решения. Очевидно, что имитация многообразия человеческой личности –

это задача в полном объеме практически неразрешимая. Однако в данном случае проблема значительно упрощается, так как формализуется главным образом то, что объясняет экономическое поведение людей в различных хозяйственных операциях (ситуациях).

Необходимость проведения игр с "автоматами" проявляется в тех случаях, когда необходимо провести исследования функционирования организационной системы с большим количеством элементов, и для сокращения времени проведения эксперимента. Автоматы, используемые в игровых моделях, программируются на основании некоторых гипотез о поведении людей в моделируемой ситуации. Сами гипотезы формируются на основе анализа стратегии реальных игроков.

В простейших имитационных играх алгоритм выбора решения автоматом основывается на аксиоме индикаторного поведения. Процедура, реализующая аксиому индикаторного поведения, имеет следующий вид:

$$S_i^{k+1} = S_i^k + \gamma_i \left(\widetilde{S_i^k} - S_i^k \right),$$

$$\gamma_i^k \in [0; 1],$$

где S_i^{k+1} – это выбор i-го автомата (варианта) $k+1$ партии;

S_i^k – выбор i-го автомата k-й партии;

$\widetilde{S_i^k}$ – положение цели i-го автомата в k-й партии (это то состояние, которое обеспечивает i-му автомату максимальное или минимальное значение его целевой функции в k-й партии).

Значение γ_i^k определяет величину шага в сторону цели. Конкретное значение γ_i^k может зависеть от времени, текущего состояния и некоторых других факторов, внешних по отношению к модели. В играх, где используются автоматы с индикаторным поведением, настройка автоматов заключается в выборе процедуры изменения γ_i^k от партии к партии. Но основная сложность при реализации алгоритма индикаторного поведения заключается в определении положения цели $\widetilde{S_i^k}$. Это связано с тем, что в общем случае при проведении игры отдельный участник не имеет точной информации о поведении каждого из остальных игроков. Однако, во многих случаях каждый игрок, опираясь на собственную информацию, сообщенную в Центр, знание закона управления и полученное управленческое решение может восстановить агрегат стратегий своих соперников по игре.

Следует заметить, что такие автоматы позволяют получать хорошие результаты в тех имитационных играх, где целевые функции участников игры являются непрерывными.

5.2 Моделирование механизма распределения однотипных работ между подразделениями фирмы

При разработке механизмов внутрифирменного ценообразования необходимо рассмотреть два случая.

Первый – это когда весь договор заключается на выполнение однотипных работ, каждое подразделение фирмы может выполнять эти работы, и задача заключается в распределении всего объема работ по договору между подразделениями фирмы.

Во втором случае каждое подразделение специализируется на работах определенного вида, причем то, что может делать одно подразделение, не может делать другое. В этом случае задача заключается в определении цен договорных соглашений на работы, выполняемые каждым подразделением.

Сначала рассмотрим случай распределения однотипных работ.

Пусть руководство фирмы заключило договор с внешним заказчиком на выпуск продукции в объеме X и стоимостью C. В структуре фирмы существует n подразделений (исполнителей), между которыми необходимо распределить весь объем работ. Необходимо распределить объем работ таким образом, чтобы прибыль всей фирмы была максимальной.

Каждое подразделение характеризуется своим показателем эффективности деятельности r_i. Затраты i-го исполнителя определяются ем: $z_i = \frac{x_i^2}{2r_i}$.

Прибыль i-го исполнителя определяется выражением: $\pi_i = цx_i - з_i =$ $= цx_i - \frac{x_i^2}{2r_i}$, где ц= C/X – цена единицы работы, x_i – объем работ i-го исполнителя.

Следовательно, прибыль всей фирмы можно представить следующим образом:

$$П = \sum цx_i - \sum \frac{x_i^2}{2r_i} = С - З .$$

Здесь $X = \sum_{i=1}^{n} x_i$, а $З = \sum_{i=1}^{n} З_i$ – общие затраты на выполнение договора.

Таким образом, максимизация прибыли фирмы соответствует минимизации затрат на выполнение работ подразделениями фирмы. Можем предположить, что каждое подразделение получает в свое распоряжение определенный процент μ от полученной ею прибыли. Тогда целевая функция подразделения представляется в виде

$$\varphi_i = \mu\pi_i = \mu(цx_i - з_i).$$

Теперь необходимо определить зависимость затрат подразделения фирмы от объема выполняемых работ.

Затраты при выпуске продукции любой фирмы разделяются на постоянные и переменные (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Постоянные и переменные затраты

Тип затрат	Определение	Статья
Постоянные	Затраты, величина которых не меняется с изменением объемов производства. Рассчитанные на единицу продукции, уменьшаются с увеличением объема производства	Арендная плата. Проценты за пользование кредитами. Амортизация основных фондов. Зарплата руководителей. Административные расходы
Переменные	Затраты, величина которых изменяется в соответствии с изменениями объемов производства. Рассчитанные на единицу продукции, остаются постоянной величиной	Прямые материальные затраты. Заработная плата производственных рабочих. Топливо и энергия на технологические цели. Прочие расходы

Взаимосвязь затрат, выручки (дохода) и прибыли формирует основную модель финансовой деятельности. Анализ поведения затрат, в основе которого лежит вышеупомянутая взаимосвязь, позволяет формализовать зависимость изменения затрат от объема выпуска или объема реализации или представить ее в графическом виде (рис. 5.1).

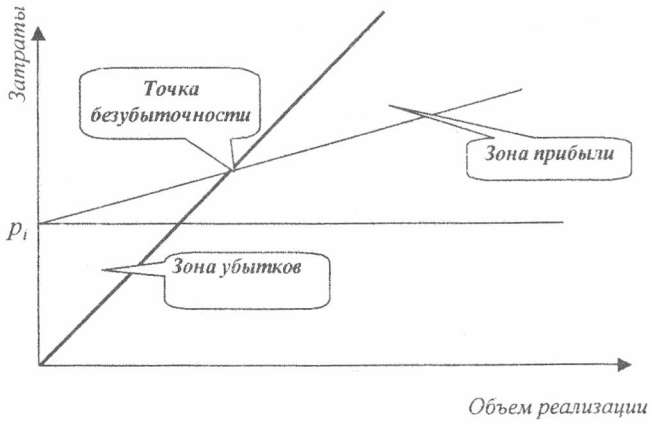


Рис.5.1 – Взаимосвязь объёма реализации и затрат

Формально эта зависимость записывается как $з_i = p_i + k_i x_i$.

Деление на постоянные и переменные затраты носит, конечно же, несколько условный характер, так как есть затраты, которые остаются постоянными только до определенного уровня развития производства, дальнейший же рост объемов приводит к возрастанию и этих расходов. Такая зависимость характерна для штатного расписания АУП, которое может корректироваться при значительных изменениях в объеме производства. Совершенно аналогично можно найти такие затраты и в переменных издержках, например затраты на плановый ремонт оборудования, производимый вне зависимости от объемов выпуска продукции. Такие издержки принято называть условно постоянными или условно переменными.

Себестоимость σ_i выпускаемой продукции может быть представлена в виде:

$$\sigma_i = \frac{p_i}{x_i} + k_i .$$

Соответственно, графически эта зависимость может быть представлена в виде рис. 5.2.

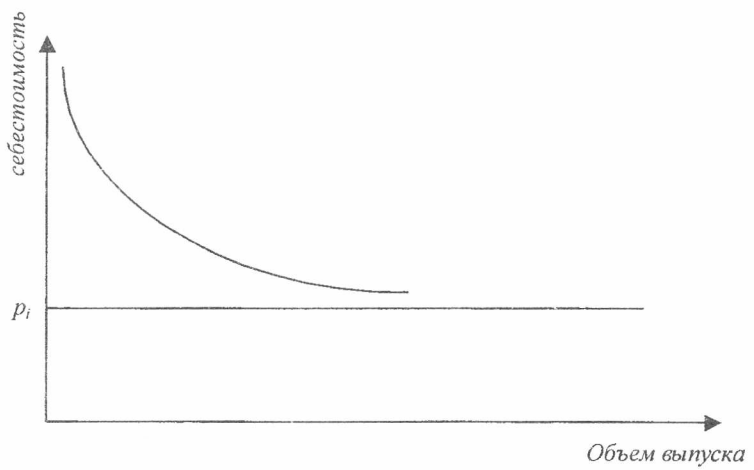


Рис. 5.2 – Зависимость себестоимости от объема выпуска

Однако очевидно, что себестоимость продукции не может постоянно падать при любых наращиваниях объемов выпуска или объемов реализации. Поэтому, начиная с некоторого объема выпуска x_i^*, начинается рост себестоимости. Одной из основных причин роста, кроме упомянутых выше, может

быть то, что существующих производственных мощностей уже недостаточно, чтобы наращивать объемы выпуска продукции.

Таким образом, график изменения себестоимости может быть представлен в виде рис. 5.3.

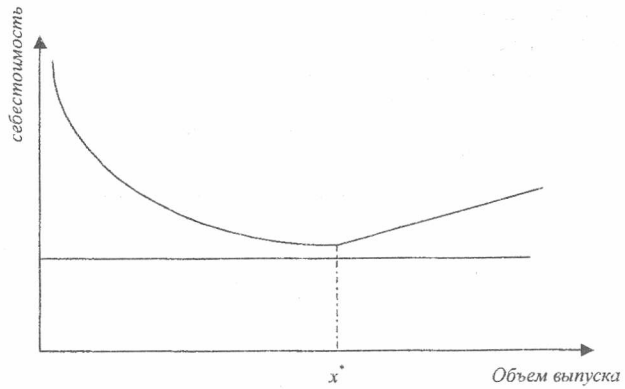


Рис. 5.3 – Изменение себестоимости в общем случае

Соответственно график изменения затрат изображен на рис. 5.4.

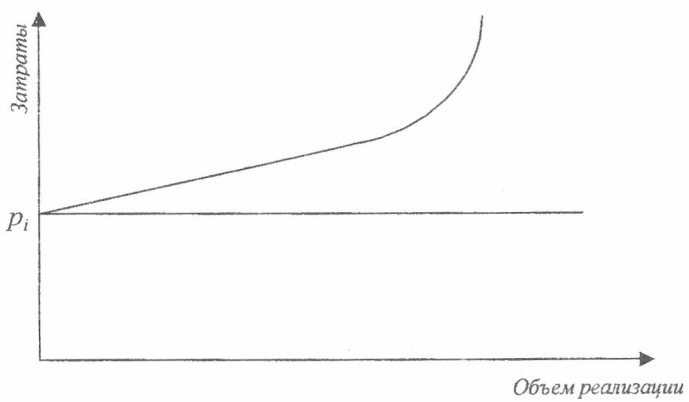


Рис. 5.4 – Нелинейная зависимость затрат

Простейшая кривая изменения переменных затрат может быть представлена в виде параболы:

$$з_i = p_i + \frac{x_i^2}{2r_i},$$

где r_i– коэффициент, характеризующий эффективность работы i-го подразделения фирмы.

Таким образом, прибыль всей фирмы определяется выражением:

$$П = C - \sum_{i=1}^{n} з_i = C - \sum_{i=1}^{n} p_i - \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i^2}{2r_i}. \qquad (5.1)$$

Чтобы получить максимум прибыли, руководству фирмы необходимо распределить весь объем работ X так, чтобы выражение (5.1) принимало максимальное значение. Другими словами, необходимо решить задачу:

$$\begin{cases} C - \sum_{i=1}^{n} p_i - \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i^2}{2r_i} \to \max, \\ \sum_{i=1}^{n} x_i = X_i \end{cases}$$

или, что то же самое:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i^2}{2r_i} \to \min \\ \sum_{i=1}^{n} x_i = X_i. \end{cases}$$

Решим с помощью множителя Лагранжа:

$$L = \frac{x_i^2}{2r_i} + \mu(X - \sum_{i=1}^{n} x_i).$$

Нужно взять частную производную по частной переменной и приравнять к нулю:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = \frac{x_i}{r_i} - \mu = 0,$$

$$\mu = \frac{X}{\sum_{i=1}^{n} r_i}, \qquad x_i = \mu r_i, \qquad \sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} r_i \mu = X,$$

$$x_i = \frac{r_i}{\sum_{j=1}^{n} r_j} X. \qquad (5.2)$$

Но каждое подразделение фирмы также заинтересовано максимизировать свою собственную прибыль или ту часть прибыли, которая остается в распоряжении подразделения. Часть прибыли, которая остается в подразделении, будем считать целевой функцией подразделения фирмы. Формально целевую функцию *i*-го подразделения можно представить в виде:

$$\varphi_i = \mu\left(\text{ц} x_i - p_i - \frac{x_i^2}{2r_i} \right).$$

А зависимость прибыли подразделения от объема выполняемых работ может быть представлена в виде графика (рис. 5.5).

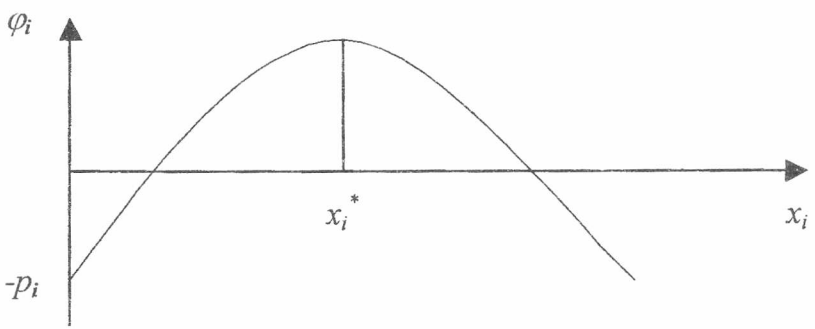


Рис. 5.5 – Зависимость прибыли подразделения
от объёма выполняемых работ

Из этого графика видно, что для каждого подразделения фирмы существует оптимальный объем работ x_i^*, обеспечивающий получение максимальной прибыли этому подразделению. Этот объем работ легко найти из условия:

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} = 0 \Rightarrow x_i^* = \text{ц} r_i.$$

Но, как правило, при распределении работ руководство фирмы оперирует заявками подразделений на получение объема работ. Если руководству поступили заявки $s_1, s_2, \ldots, s_n$, то прежде всего оно сравнивает сумму поступивших заявок с размером объема работ X. Если $\sum_{i=1}^{n} s_i = X$, каждое подразделение получает такой объем работ, который оно запросило. Если же $\sum_{i=1}^{n} s_i \neq X$, тогда можно распределить работы пропорционально заявкам, то есть

$$x_i = \frac{s_i}{\sum_{j=1}^{n} s_j} X. \qquad (5.3)$$

Если предположить, что каждое подразделение запрашивает у руководства тот объем работ, который обеспечивает ему получение максимальной прибыли, то это соответствует тому, что заявка s_i, *i-го* подразделения фирмы равна μr_i, и объем работ, который получает каждое подразделение фирмы, определяется выражением (5.2). То есть в этом случае распределение работ таково, что максимизирует общую прибыль фирмы. Но подразделения фирмы заинтересованы увеличивать свою собственную прибыль. В зависимости от поступивших заявок и процедуры распределения работ (5.3) прибыль *i-го* подразделения фирмы определяется выражением:

$$\varphi_i = \mu \left(\text{ц} \frac{s_i}{\sum_{j=1}^{n} s_j} X - p_i - \frac{s_i^2}{2r_i} \frac{X^2}{\left(\sum_{j=1}^{n} s_j \right)^2} \right).$$

Максимум прибыли, получаемой *i-м* подразделением фирмы, определяется из условия

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial s_i} = C \frac{(\sum_{i=1}^{n} s_i - s_i)}{(\sum_{i=1}^{n} s_i)^2} - \frac{X^2}{2r_i} \left(\frac{2s_i (\sum_{i=1}^{n} s_i)^2 - 2{s_i}^2 \sum_{i=1}^{n} s_i}{2r_i (\sum_{i=1}^{n} s_i)^4} \right) =$$

$$= C \frac{(\sum_{i=1}^{n} s_i - s_i)}{(\sum_{i=1}^{n} s_i)^2} - \frac{X^2 s_i (\sum_{i=1}^{n} s_i - s_i)}{r_i (\sum_{i=1}^{n} s_i)^3} = 0.$$

Откуда:

$$Cr_i \sum_{i=1}^{n} s_i - s_i \cdot X^2 = 0.$$

$$r_i C(s_i + \sum_{j \neq i}^{n} s_j) - s_i X^2 = 0,$$

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial s_i} = \mu \frac{\sum_{j=1}^{n} s_j - s_i}{\left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2} \frac{X}{r_i} \left(x_i^* - \frac{s_i}{\sum_{j=1}^{n} s_j} X \right) = 0. \qquad (5.4)$$

Естественно предположить, что заявки, которые сообщают подразделения, могут принимать любые значения на отрезке $s_i \in [d;D]$. Тогда, если для любого i

$$x_i^* - \frac{d}{d + (n-1)D} X < 0,$$

то все подразделения будут сообщать заявки $s_i = d$. Соответственно, если

$$x_i^* - \frac{D}{D + (n-1)d} X > 0,$$

то все подразделения будут сообщать заявки $s_i = D$. Это и гарантирующая и равновесная стратегия. И в первом и во втором случае все подразделения получат одинаковые объемы работ. Очевидно, что такое распределение не является оптимальным (за исключением случая, когда все подразделения одинаковы, то есть $r_1 = r_2 = \ldots = r_n$), что приводит к потере прибыли всей фирмой.

Типичная ситуация, когда $\Sigma x_i^* \neq X$. Рассмотрим случай, когда $\Sigma x_i^* < X$. Для проведения игрового эксперимента рассмотрим функционирование фирмы, имеющей шесть подразделений, т.е. $n=6$. Пусть $C=900$; $X=200$; $r_1=5$; $r_2=5$; $r_3=6$; $r_4=6$; $r_5=7$; $r_6=7$; $s \in [10;100]$. Роль участников игрового эксперимента выполняют автоматы. Их параметры: $\gamma_1=0,3$; $\gamma_2=0,5$; $\gamma_3=0,4$; $\gamma_4=0,6$; $\gamma_5=0,5$; $\gamma_6=0,7$. Из (5.4) нетрудно определить положение цели i-го автомата. В k-й партии оно определяется выражением:

$$\bar{s}_i^k = \frac{Cr_i \sum_{j \neq i}^{n} s_i^k}{X^2 - Cr_i}.$$

На рис. 5.6 приведены графики изменения стратегий участников игрового эксперимента.

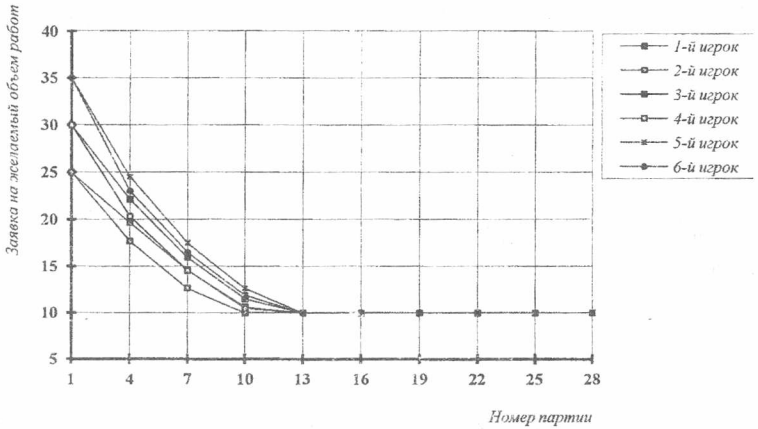


Рис. 5.6 – График изменения стратегий участников

А на рис. 5.7 – график изменения общей прибыли, получаемой фирмой.

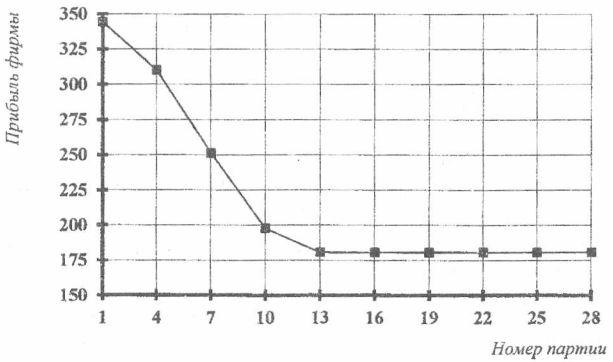


Рис. 5.7 – График изменения общей прибыли фирмы

Проведенный игровой эксперимент дал следующие результаты: автоматы сошлись в равновесную ситуацию $s_i^*=10$, а суммарная прибыль фирмы составила $\Pi^*=180{,}73$.

Таким образом, рассмотренный механизм распределения однотипных работ и прибыли явно неэффективен.

Не меняя механизма распределения объемов работ, внесем коррективы в механизм распределения прибыли. Введем для этого внутреннюю цену, обозначив ее через λ. Внутреннюю цену будем определять по формуле:

$$\lambda = \frac{C}{\sum_{i=1}^{n} s_i}.$$

Тогда внутренняя или условная прибыль i-го подразделения может быть представлена в виде:

$$\varphi_i = \lambda x_i - \frac{1}{2}\frac{x_i^2}{r_i}.$$

А реальная прибыль этого подразделения будет определяться как:

$$\pi_i = \frac{\varphi_i}{\sum_{j=1}^{n} \varphi_j}\Pi.$$

Ниже приведены результаты игрового эксперимента по использованию внутренней цены при распределении прибыли фирмы. Эксперимент проводился не с автоматами, а с реальными игроками.

В игре участвовало шесть игроков, все значения параметров игры такие же, как и в предыдущем эксперименте.

Эксперимент с реальными игроками занимает существенно больше времени. Это касается как времени проведения одной партии игры, так и времени проведения всего игрового эксперимента, так как скорость сходимости в равновесную ситуацию, если она существует, в экспериментах, проводимых с реальными игроками, как правило, ниже, чем в играх с автоматами. Кроме того, большое количество времени занимает у игроков процесс обработки информации, принятия решения и передачи этого решения руководителю игры. Эти причины не всегда позволяют организаторам игровых экспериментов

провести достаточно партий игры. Поэтому здесь результаты проведения эксперимента представлены в табл.5.2, отражающей развитие ситуации в первых десяти партиях.

Таблица 5.2 – Результаты проведения игры

Партия № 1	Номер игрока	1	2	3	4	5	6
	Заявленный объем работ	20	22	25	33	30	18
	Полученный объем работ	27	29,7	33,8	44,6	40,5	24,3
	Внутренняя цена	6,08					
	Условная прибыль	91,3	92,4	110	105	129	106
	Прибыль фирмы	318,08					
	Прибыль	45,8	46,3	55,3	52,9	64,8	53
Партия № 2	Заявленный объем работ	28	25	27	35	37	40
	Полученный объем работ	29,2	26	28,1	36,5	38,5	41,7
	Внутренняя цена	4,69					
	Условная прибыль	51,7	54,3	65,9	60,1	74,6	71,3
	Прибыль фирмы	340,32					
	Прибыль	46,5	48,9	59,4	54,2	67,2	64,2
Партия № 3	Заявленный объем работ	30	26	31	38	40	45
	Полученный объем работ	28,6	24,8	29,5	36,2	38,1	42,9
	Внутренняя цена	4,29					
	Условная прибыль	40,8	44,8	53,9	46	59,6	52,5
	Прибыль фирмы	340,41					
	Прибыль	46,7	51,3	61,7	52,6	68,2	60
Партия № 4	Заявленный объем работ	32	28	36	29	43	40
	Полученный объем работ	30,8	26,9	34,6	27,9	41,4	38,5
	Внутренняя цена	4,33					
	Условная прибыль	38,5	44	49,9	55,9	56,8	60,8
	Прибыль фирмы	340,42					
	Прибыль	42,8	49	55,6	62,2	63,2	67,6
Партия № 6	Номер игрока	1	2	3	4	5	6
	Заявленный объем работ	23	27	26	29	42	35
	Полученный объем работ	25,3	29,7	28,6	31,9	46,2	38,5
	Внутренняя цена	4,95					
	Условная прибыль	61,1	58,7	73,3	73	76,1	84,5
	Прибыль фирмы	337,61					
	Прибыль	48,4	46,4	58	57,7	60,2	66,9

Окончание табл. 5.2

Партия № 7	Заявленный объем работ	21	22	25	26	36	33
	Полученный объем работ	25,8	27	30,7	31,9	44,2	40,5
	Внутренняя цена	5,52					
	Условная прибыль	75,9	76,2	91	91,3	105	106
	Прибыль фирмы	341,04					
	Прибыль	47,5	47,6	56,9	57,1	65,4	66,6
Партия № 8	Заявленный объем работ	22	23	27	28	33	34
	Полученный объем работ	26,4	27,5	32,3	33,5	39,5	40,7
	Внутренняя цена	5,39					
	Условная прибыль	72,6	72,6	87,1	87	101	101
	Прибыль фирмы	343,88					
	Прибыль	47,8	47,8	57,4	57,4	66,9	66,6
Партия № 9	Заявленный объем работ	23	24	26	28	30	32
	Полученный объем работ	28,2	29,5	31,9	34,4	36,8	39,3
	Внутренняя цена	5,52					
	Условная прибыль	76,2	75,9	91,3	91,3	106	107
	Прибыль фирмы	343,57					
	Прибыль	47,8	47,6	57,3	57,3	66,8	66,9
Партия № 10	Заявленный объем работ	22,5	22	27	27	31	31,5
	Полученный объем работ	28	27,3	33,5	33,5	38,5	39,1
	Внутренняя цена	5,59					
	Условная прибыль	78,1	78,1	93,8	93,8	109	109
	Прибыль фирмы	344,4					
	Прибыль	47,8	47,8	57,4	57,4	67	67

Таким образом, в ситуации равновесия игроки сообщают заявки, обеспечивающие им получение максимальной прибыли. В свою очередь, прибыль, полученная фирмой при введении механизма внутренних цен, в ситуации равновесия более чем на 90% выше прибыли, полученной до введения механизма внутренних цен.

5.3 Моделирование механизма финансирования подразделений фирмы на основе принципа равных рентабельностей

Предыдущий раздел был посвящен вопросам распределения работ между подразделениями фирмы при отсутствии единой технологической цепочки, то есть каждое подразделение фирмы могло выполнить любую работу по

договору. Ситуация меняется, если каждое подразделение может выполнять только свой вид работы. Таким образом, работы по подразделениям фирмы распределять уже не надо. Однако необходимо определить объем финансирования для каждого подразделения. Как это сделать?

Пусть $з_i$-затраты на выполнение работ i-м подразделением фирмы таковы, что $\sum_{i=1}^{n} з_i < C$, то есть работа для фирмы в принципе выгодна. Необходимо определить c_i-объем финансирования выполнения работ в каждом подразделении фирмы $i=1,\ldots,n$.

Один из вариантов решения этой проблемы – это использовать принцип равных рентабельностей. Рентабельность определяется как прибыль на 1 руб. затрат.

Максимальная рентабельность всего договора на уровне всей фирмы $\rho_{\max} = \dfrac{C - З}{З}$. Соответственно рентабельность i-го подразделения фирмы $\rho_i = \dfrac{c_i - з_i}{з_i}$. Если ставится задача обеспечить равную рентабельность во всех подразделениях фирмы, то для определения объемов финансирования каждого подразделения на основе принципа равных рентабельностей можно записать:

$$\begin{cases} \dfrac{c_i - з_i}{з_i} = \dfrac{c_j - з_j}{з_j} \\ \sum\limits_{i=1}^{n} c_i = C. \end{cases}$$

Из первого уравнения этой системы получаем

$$c_j - з_j = \frac{c_i}{з_i} з_j - з_j$$

или

$$c_j = \frac{c_i}{з_i} з_j.$$

Из последнего уравнения системы получаем

$$\sum_{j=1}^{n} c_j = \frac{c_i}{з_i} \sum_{j=1}^{n} з_j = C.$$

И, наконец,

$$c_i = \frac{з_i}{\sum_{j=1}^{n} з_j} C.$$

Так как руководству фирмы неизвестны точные значения $з_i$ при определении объемов финансирования, центр использует информацию, полученную от подразделений фирмы s_i, $i=1,\ldots,n$. Тогда:

$$c_i = \frac{s_i}{\sum_{j=1}^{n} s_j} C.$$

Прибыль i-го подразделения фирмы может быть записана как:

$$П_i = c_i - з_i = \frac{s_i}{\sum_{j=1}^{n} s_j} C - з_i.$$

Легко видеть, что для увеличения прибыли каждому подразделению выгодно завышать оценку s_i. Для устранения этой тенденции введем дополнительные отчисления от сверхплановой прибыли, которые равны $(s_i - з_i)$. В этом случае остаточную прибыль можно представить в виде

$$П_i = c_i - з_i - \alpha(s_i - з_i) = \frac{s_i}{\sum_{j=1}^{n} s_j} C - з_i - \alpha(s_i - з_i), \qquad (5.5)$$

где α – норматив дополнительных отчислений от сверхплановой прибыли.

Определим оптимальное s_i^* с точки зрения подразделений:

$$\frac{\partial П_i}{\partial S_i} = \frac{(\sum_{i=1}^{n} s_i - s_i)}{(\sum_{i=1}^{n} s_i)^2} C - \alpha = 0,$$

$$\frac{C s_i}{(\sum_{i=1}^{n} s_i)^2} = \frac{C}{\sum_{i=1}^{n} s_i} - \alpha,$$

$$s_i = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} s_i\right)^2}{C}\left[\frac{C}{\sum_{i=1}^{n} s_i} - \alpha\right] = \sum_{i=1}^{n} s_i\left(1 - \frac{\propto}{C}\sum_{i=1}^{n} s_i\right).$$

Просуммируем левые и правые части по $i = \overline{1,n}$:

$$\sum_{i=1}^{n} s_i = n\sum_{i=1}^{n} s_i\left(1 - \frac{\propto}{C}\sum_{i=1}^{n} s_i\right),$$

$$1 = n\left(1 - \frac{\propto}{C}\sum_{i=1}^{n} s_i\right),$$

$$\sum_{i=1}^{n} s_i = \frac{C(n-1)}{\propto n}.$$

В состоянии равновесия по Нэшу все подразделения будут запрашивать следующий объем финансирования:

$$n \cdot s_i^* = \frac{C(n-1)}{\alpha \cdot n},$$

$$s_i^* = \frac{C}{\alpha}\frac{n-1}{n^2}. \qquad (5.6)$$

Выражение (5.6) определяет равновесие по Нэшу, если $s_i^* \geq s_i$.

Подразделению фирмы невыгодно будет завышать свои затраты, если с ростом заявляемых затрат будет снижаться прибыль подразделения, то есть если выполняется условие:

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial s_i} \leq 0.$$

Из этого условия следует:

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial s_i} = \frac{\sum_{j=1}^{n} s_j - s_i}{\left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2} C - \alpha \leq 0$$

или

$$\frac{C}{\sum_{j=1}^{n} s_j} - \frac{s_i}{\left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2} C \le \alpha.$$

Вычитая из обеих частей последнего неравенства по 1, получим:

$$\frac{C - \sum_{j=1}^{n} s_j}{\sum_{j=1}^{n} s_j} - \frac{s_i}{\left(\sum_{j=1}^{n} s_j\right)^2} C \le \alpha - 1. \qquad (5.7)$$

Но $\dfrac{C - \sum_{j=1}^{n} s_j}{\sum_{j=1}^{n} s_j} = \rho$ – рентабельность работ, определяемая на этапе планирования. Потому выражение (5.7) можно переписать в виде:

$$(\rho + 1 - \alpha) \frac{\sum_{j=1}^{n} s_j}{s_i} \le \frac{C}{\sum_{j=1}^{n} s_j}.$$

Вычитая еще раз по 1 из обеих частей этого неравенства, получим:

$$(\rho + 1 - \alpha) \frac{\sum_{j=1}^{n} s_j}{s_i} \le \rho + 1$$

или

$$\frac{\rho + 1 - \alpha}{s_i (\rho + 1)} \le \frac{1}{\sum_{j=1}^{n} s_j}.$$

Умножим обе части последнего неравенства на C и вычтем из обеих частей по 1. После несложных преобразований получим:

$$s_i \geq \frac{\rho + 1 - \alpha}{(\rho + 1)^2} C. \qquad (5.8)$$

Пусть $\alpha = 1$, то есть у подразделения фирмы изымается вся сверхплановая прибыль. Тогда при $\rho_{\max} \leq 1$ неравенство (5.8) будет выполняться всегда, если справедливо неравенство

$$з_{\min} \geq \frac{\rho_{\max}}{(\rho_{\max} + 1)^2} C. \qquad (5.9)$$

Рассмотрим случай, когда $з_1 = з_2 = \ldots = з_n = з$. При этом (5.9) представим в виде

$$\frac{(\rho_{\max} + 1)^2}{\rho_{\max}} \geq \frac{C}{з}.$$

Умножая это неравенство на $1/n$ и учитывая, что $\frac{C}{nз} = \rho_{\max} + 1$, получаем:

$$\frac{\rho_{\max} + 1}{n\rho_{\max}} \geq 1 \qquad (5.10)$$

или

$$\rho_{\max} \leq \frac{1}{n - 1}. \qquad (5.11)$$

Таким образом, только для низкорентабельных договоров можно надеяться на то, что принцип равных рентабельностей обеспечит достоверность оценок затрат, сообщаемых подразделениями фирмы.

Рассмотрим теперь случай, когда $\alpha > 1$, то есть у подразделений фирмы не только отбирается сверхплановая прибыль, но подразделения еще и штрафуются за завышение оценок затрат.

Предположим, что $\alpha = 1 + \delta$, где $\delta > 0$, тогда (5.8) можно переписать в виде:

$$s_i \geq \frac{\rho - \delta}{(\rho + 1)^2} C,$$

и для случая, когда на фирме n одинаковых подразделений, неравенство (5.10) записывается как

$$\frac{\rho_{\max}+1}{n(\rho_{\max}-\delta)} \geq 1$$

или

$$\rho_{\max} \leq \frac{1+\delta n}{n-1}.$$

А отсюда следует, что ограничение на максимальную рентабельность становится менее жестким.

Действительно, если n = 11 и α = 1, то максимальная рентабельность, при которой еще может быть обеспечено получение достоверной информации, равна 10%. В то же время для случая, когда α = 1,1, то есть штраф составляет 10% от превышения оценки затрат над фактическими затратами, максимальная рентабельность, обеспечивающая получение достоверной информации, уже равна 21%.

Ниже приводятся результаты игрового эксперимента с шестью автоматами. Условия эксперимента следующие: C=900; n=6; $з_1$=100; $з_2$=110; $з_3$=120; $з_4$=130; $з_5$=140; $з_6$=150; α=1; γ_1=0,3; γ_2=0,5; γ_3=0,4; γ_4=0,6; γ_5=0,5; γ_6=0,7. Легко посчитать, что $\rho_{\max}$=0,2. А проведенный выше анализ показал, что в рассматриваемом случае достоверность информации может обеспечиваться при α=1, $\rho_{\max} \leq$ 0,2 одинаковых затратах подразделений на выполнение работ.

Из (5.5) нетрудно определить положение цели *i-го* автомата. В *k-й* партии оно определяется выражением:

$$\frac{\partial П_i}{\partial S_i} = \frac{(\sum_{i=1}^{n} s_i - s_i)C}{(\sum_{i=1}^{n} s_i)^2} - \alpha = 0,$$

$$(\sum_{i=1}^{n} s_i - s_i)C = \alpha(\sum_{i=1}^{n} S_i)^2,$$

$$(s_i + \sum_{j\neq i}^{n} s_j - s_i)C = \alpha(\sum_{i=1}^{n} s_i)^2,$$

$$\sum_{i=1}^{n} s_i = \sqrt{\sum_{j\neq i}^{n} s_j \frac{C}{\alpha}},$$

$$\tilde{s}_i = \sqrt{\sum_{j \neq i}^{n} s_j \frac{C}{\alpha}} - \sum_{j \neq i}^{n} s_j .$$

На рис. 5.8 приведены графики изменения стратегий участников игрового эксперимента.

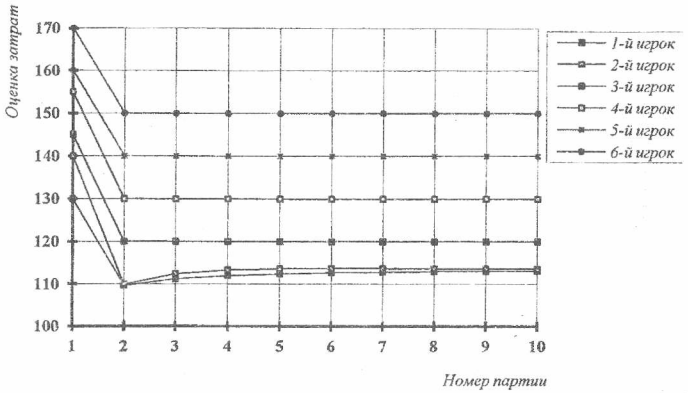


Рис. 5.8 – График изменения стратегий участников

Из графика следует, что третий, четвертый, пятый и шестой игроки сообщают достоверную информацию, а первый и второй завышают свои затраты.

На рис. 5.9 представлен график изменения стратегий автоматов, когда α=1,04.

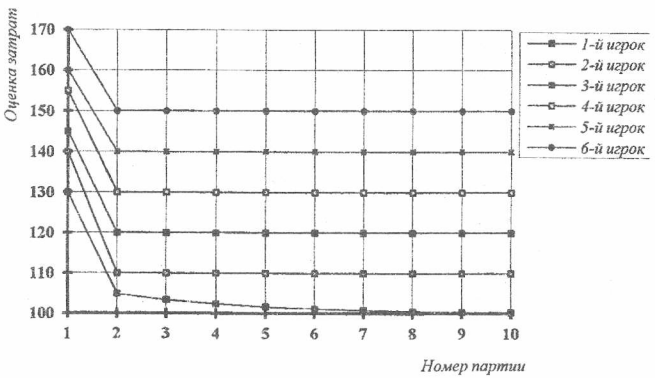


Рис. 5.9 – График изменения стратегий автоматов (при α=1,04)

Из этого графика следует, что при α=1,04 все игроки в ситуации равновесия сообщают достоверную информацию. Если же α=0,8, то ситуация равновесия для всех игроков определяется выражением (5.6), а график изменения стратегий представлен на рис. 5.10.

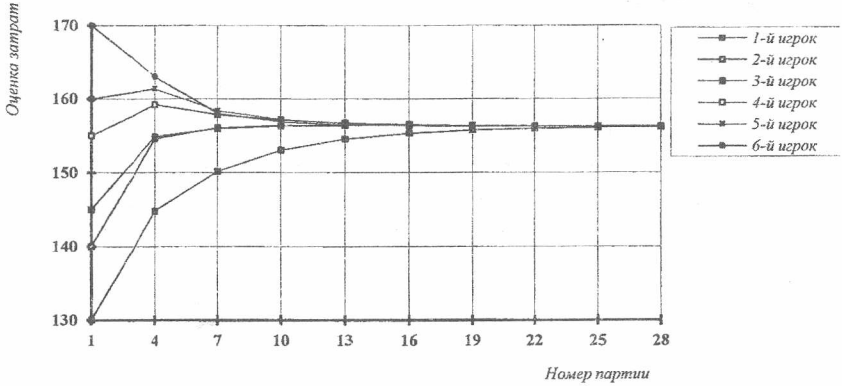


Рис. 5.10 – График изменения стратегии автоматов (при α=0,8)

5.4 Материальное стимулирование коллективов подразделений фирмы

Различные подходы к анализу механизмов стимулирования в подразделениях можно показать на примере исследования способов распределения премии внутри трудового коллектива подразделения.

Предположим, что все члены трудового коллектива подразделения выполняют производственное задание, делая при этом некоторые виды работ. По результатам своей деятельности коллектив получает некоторый премиальный фонд. Этот фонд может образовываться за счет экономии материальных и энергоресурсов, сокращения брака выпускаемой продукции, сроков выполнения работ и т.д.

Процедура распределения фонда премирования между членами трудового коллектива должна решать главную задачу – повышать эффективность работы коллектива. В частности, эта процедура должна стимулировать увеличение объема выпуска продукции, повышение качества продукции, сокращение издержек производства, сокращение сроков выполнения работ и т.д.

Основная идея, которая учитывается при рассмотрении систем стимулирования трудового коллектива, состоит в том, что каждый член коллектива стремится заработать как можно больше денег. При этом, если условия опла-

ты его полностью удовлетворяют, он работает более интенсивно (выполняет больший объем работ или делает работу более высокого качества и т.п.). Поэтому в основу процедур стимулирования коллектива положено распределение фонда премирования на основе коэффициентов трудового участия (КТУ).

Задачей руководителей трудового коллектива является выбор такой системы стимулирования, которая в наибольшей мере побуждает подчиненных работать с наибольшей интенсивностью (например, выполнять работу более высокого уровня качества).

Процедура же определения КТУ может быть различной, именно:

- формирование КТУ пропорционально тарифным разрядам (квалификации) членов трудового коллектива;
- формирование КТУ пропорционально трудовому вкладу каждого работника.

При формировании КТУ пропорционально тарифным разрядам имеется в виду следующее. Считается, что тарифный разряд характеризует деятельность каждого работника. При этом полагается: чем больше тарифный разряд, тем выше квалификация работника. Поэтому тарифный разряд, отражая эффективность работы каждого члена трудового коллектива, может быть использован для оценки его деятельности.

При формировании КТУ пропорционально трудовому вкладу учитывается вклад каждого работника в зависимости от индивидуальной производительности труда и качества работы в общую работу всего трудового коллектива.

Итак, в трудовом коллективе руководство имеет свои цели и формирует условия функционирования, чтобы достичь этих целей. Соответственно члены трудового коллектива тоже имеют свои цели и, выбирая соответствующую стратегию, стремятся их достигнуть.

Модель трудового коллектива представляется в виде двухуровневой системы, состоящей из Центра (руководителя коллектива) и элементов нижнего уровня. Предполагается, что по результатам своей деятельности коллектив получает премиальный фонд, который распределяется между элементами в зависимости от выбранной процедуры стимулирования. Фонд остается неизменным на протяжении нескольких периодов функционирования. Фонд премирования в коллективе распределяется полностью.

Будем считать, что r_i, $i=1,...,n$ – показатель, который характеризует квалификацию i-го элемента (соответственно отражает установленный тарифный разряд i-го элемента). Чем больше значение r_i, тем выше квалификация i-го элемента. Обозначим через x_i показатель эффективности выполняемой работы i-го элемента (это может быть объем выпускаемой продукции, показатель качества выпускаемой продукции, снижение издержек производства, сокращение сроков выполнения работ и т.д.).

Полученный фонд Φ распределяется между элементами на основе коэффициента трудового участия (КТУ). Пусть δ_i – КТУ i-го элемента, причем $\delta_i>0$. Так как фонд Φ распределяется полностью, то, очевидно, выполняется условие $\sum_{j=1}^{n} \delta_j = 1$. Таким образом, премия i-го элемента определяется выражением $\Pi_i=\delta_i\Phi$.

Отметим, что каждый элемент оценивает результат своей деятельности не по размеру полученной премии, а путем сравнения этой премии с возможным упущенным заработком. Здесь возможный упущенный заработок – это та сумма денег, которую мог бы получить элемент, если бы он направил свои усилия не на повышение эффективности работы, а на получение заработка (например, на другом месте работы).

Физические, умственные, эмоциональные, временные и т.д. затраты z_i, которые расходует i-й элемент, зависят от показателя эффективности x_i и показателя квалификации r_i, $z_i=z_i(x_i,r_i)$. В работе рассматривается линейная зависимость затрат i-го элемента от его показателя эффективности, то есть $z_i = \frac{x_i}{r_i}$. Здесь также предполагается, что чем выше квалификация элемента, тем меньше затрат от него требуется на повышение показателя эффективности.

Возможный упущенный заработок y_i может быть определен следующим образом. Если бы затраты z_i были направлены не на достижение показателя x_i, а на выполнение некоторой работы A_i, то можно было бы считать, что объем этой работы пропорционален затратам, то есть

$$A_i = \frac{p_i x_i}{r_i},$$

где p_i – коэффициент пропорциональности. Если через c_i обозначить стоимость единицы работы A_i, то возможный упущенный заработок можно представить в виде

$$y_i = \frac{c_i p_i x_i}{r_i}.$$

Обозначив величину $\frac{c_i p_i}{r_i}$ через k_i, получаем $y_i=k_i x_i$. В дальнейшем случай $k_1=k_2=\ldots=k_n=k$ будем считать относящимся к однородному коллекти-

ву. Соответственно случай $k_i \neq k_j$, $i \neq j$ соответствует неоднородному коллективу.

При исследовании модели стимулирования коллектива подразделения предполагается, что каждый элемент стремится увеличить значение своей целевой функции. Значение суммарного показателя эффективности $\sum_j^n x_j^*$ в ситуации равновесия по Нэшу характеризует эффективность всей процедуры распределения фонда Φ.

Действительно, если при процедуре распределения №1 (***ПР №1***) в ситуации равновесия по Нэшу суммарный показатель эффективности равен $\sum_j^n x_j^*$, а при процедуре распределения №2 (***ПР №2***) суммарный показатель эффективности равен $\sum_j^n x_j^{**}$ и $\sum_j^n x_j^* > \sum_j^n x_j^{**}$, то есть процедура распределения №1 эффективнее процедуры распределения №2.

5.5 Моделирование механизма материального стимулирования однородного коллектива фирмы

Для однородного коллектива целевая функция i-го элемента записывается в виде

$$\varphi_i = \delta_i \Phi - k x_i .$$

Достаточно распространенная из-за своей простоты процедура определения δ_i основывается только на учете показателя квалификации i-го элемента. То есть

$$\delta_i = \frac{r_i}{\sum_{j=1}^n r_j} .$$

Но в однородном коллективе $r_1 = r_2 = \ldots = r_n$, поэтому

$\delta_i = \frac{1}{n}$.

Соответственно

$$\varphi_i = \frac{1}{n}\Phi - k x_i \ . \qquad (5.12)$$

В основе этой процедуры лежит следующее рассуждение. Показатель r_i характеризует квалификацию i-го элемента. Чем выше квалификация элемента, тем больший объем работ он выполняет или выполняет работу за более короткое время, или на более высоком уровне качества. Однако в силу того, что такой способ формирования КТУ не учитывает реальный вклад каждого элемента в результаты деятельности всего коллектива, из (30) сразу следует, что рассматриваемая процедура формирования КТУ не побуждает элементы системы повышать эффективность работы.

Естественный и простейший способ определения КТУ и соответственно вклада i-го элемента в результаты деятельности всего коллектива – пропорционально показателю эффективности x_i. В этом случае

$$\delta_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^{n} x_j} \tag{5.13}$$

и

$$\varphi_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^{n} x_j}\Phi - kx_i. \tag{5.14}$$

Отсюда следует, что целевая функция каждого элемента зависит как от показателя эффективности, которого он смог достичь, так и от показателей эффективности, которые были достигнуты остальными элементами системы. Таким образом, исследуемую ситуацию можно рассматривать как игру n лиц с функциями выигрыша вида (5.14). Эффективность функционирования системы оценивается по суммарному показателю эффективности в ситуации равновесия по Нэшу. Для нахождения значений показателей эффективности x_i^* в ситуации равновесия по Нэшу необходимо решить систему уравнений.

Отсюда

$$\frac{\left[\Phi(n-1)-x_i\right]\cdot\Phi}{\frac{nk}{\Phi^2(n-1)^2}} - k = 0,$$

$$n^2k^2$$

$$\frac{\left[\Phi(n-1)-x_i\cdot nk\right]\cdot\Phi\cdot n^2\cdot k^2}{nk\cdot\Phi^2(n-1)^2} - k = 0,$$

$$\Phi(n-1)-n\cdot k\cdot x_i=\frac{k\cdot\Phi(n-1)^2}{nk},$$

$$x_i=\frac{\Phi(n-1)}{nk}-\frac{\Phi(n-1)^2}{n^2k},$$

$$x_i=\Phi(n-1)\cdot\left(\frac{1}{nk}-\frac{(n-1)}{n^{2k}}\right),$$

$$x_i^*=\frac{\Phi(n-1)}{kn^2}, \tag{5.15}$$

что означает, что в ситуации равновесия все элементы достигают одинаковых показателей эффективности и соответственно:

$$\frac{\partial\Phi_i}{\partial x_i}=\frac{(\sum_{i=1}^n x_i-x_i)\Phi}{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}-k=0,$$

$$(\sum_{i=1}^n x_i-x_i)\Phi=k(\sum_{i=1}^n x_i)^2,$$

$$x_i=\sum_{i=1}^n x_i-\frac{k}{\Phi}(\sum_{i=1}^n x_i)^2=\sum_{i=1}^n x_i\left(1-\frac{k}{\Phi}\sum_{i=1}^n x_i\right).$$

Просуммируем левые и правые части по всем работникам от $i=\overline{1,n}$:

$$\sum_{i=1}^n x_i=n\sum_{i=1}^n x_i\left(1-\frac{k}{\Phi}\sum_{i=1}^n x_i\right),$$

$$1-\frac{1}{n}=\frac{k}{\Phi}\sum_{i=1}^n x_i,$$

$$\sum_{j=1}^n x_j^*=nx^*=\frac{\Phi(n-1)}{kn}. \tag{5.16}$$

Значение целевой функции i-го элемента определяется выражением

$$\varphi_i = \frac{\Phi}{n^2}.$$

Из (5.15) видно, что чем больше премиальный фонд, тем больше показатель эффективности i-го элемента.

Но вполне естественно считать, что начиная с некоторого значения Φ рост показателя эффективности i-го элемента прекратится, так как вполне естественно предположить, что каждый элемент ограничен своими физическими возможностями. В дальнейшем будем считать, что максимальный показатель эффективности, которого может достигнуть элемент, для всей системы одинаков и обозначается через x^{max}, то есть $x_i^* \le x^{max}$.

В работе рассматривается случай

$$\frac{\Phi}{n} - kx^{max} \ge 0.$$

Нетрудно определить минимальный размер премиального фонда Φ_{min}, который будет стимулировать все элементы максимально повышать показатели эффективности работ.

Для однородного коллектива Φ_{min} находится из условия $x_i^* = x^{max}$, откуда

$$\Phi_{min} = \frac{n^2 kx^{max}}{(n-1)}. \qquad (5.17)$$

Дальнейшее увеличение размера премиального фонда не дает никакого эффекта, поскольку элементы не могут работать выше своих возможностей.

При проведении игрового эксперимента была рассмотрена деятельность подразделений фирмы, состоящей из пяти человек, т.е. $n=5$.

Пусть $\Phi=2000$; $k_1=k_2=k_3=k_4=k_5=4$. Роль участников игрового эксперимента здесь выполняют автоматы. Их параметры: $\gamma_1=0,3$; $\gamma_2=0,5$; $\gamma_3=0,4$; $\gamma_4=0,6$; $\gamma_5=0,7$. Из (5.14) нетрудно определить положение цели i-го автомата. В k-й партии оно определяется выражением

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = x_i + \sum_{i \ne j} x_j,$$

$$\frac{\left(x_i + \sum_{j \neq i}^{n} x_j - x_i\right) \cdot \Phi}{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2} - k = 0,$$

$$\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2 = \frac{\Phi \cdot \sum_{j \neq i}^{n} x_i}{k} \Rightarrow \sum_{i=1}^{n} x_i = \sqrt{\frac{\Phi}{k} \cdot \sum_{j \neq i}^{n} x_j},$$

$$x_i + \sum_{j \neq i}^{n} x_j = \sqrt{\frac{\Phi}{k} \cdot \sum_{j \neq i}^{n} x_j},$$

$$\tilde{x}_i^k = \sqrt{\frac{\Phi}{k} \sum_{j \neq i}^{n} x_j^k} - \sum_{j \neq i}^{n} x_j^k.$$

Теоретико-игровой анализ модели показал, что в ситуации равновесия показатели эффективности игроков равны:

$$x_1^* = x_2^* = x_3^* = x_4^* = x_5^* = 80.$$

На рис. 5.11 приведены графики изменения стратегий участников игрового эксперимента, а на рис. 5.12 – график изменения суммарного значения показателя эффективности.

Из графика на рис. 5.11 следует, что аналитические результаты практически полностью соответствуют результатам игрового эксперимента.

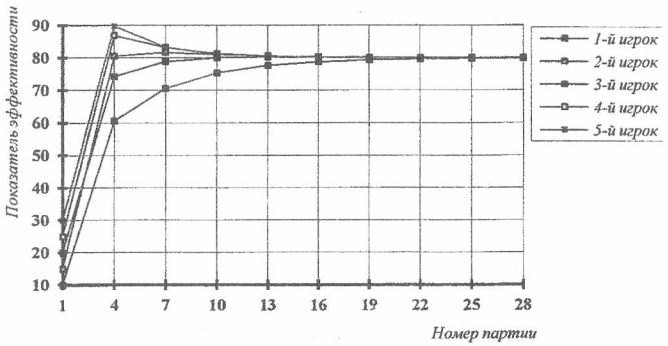


Рис. 5.11 – График изменения стратегий участников

А график на рисунке 5.12 показывает, что уже к десятой партии суммарное значение показателя эффективности соответствует его значению в ситуации равновесия по Нэшу.

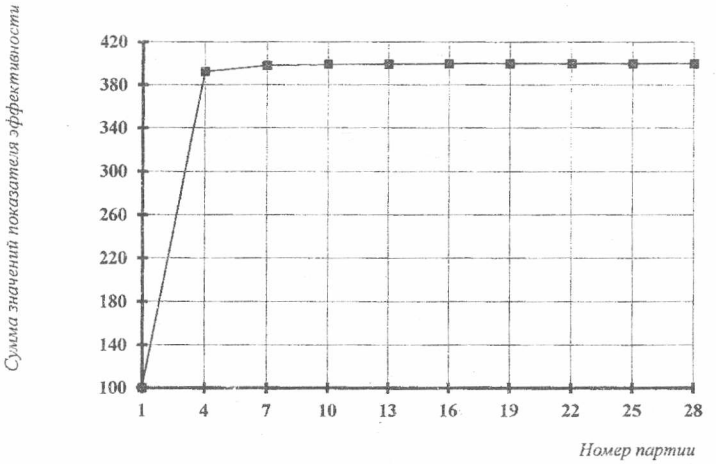


Рис. 5.12 –График изменения суммарного показателя эффективности

5.6 Моделирование механизма материального стимулирования неоднородного коллектива фирмы

Для неоднородного коллектива целевая функция i-го элемента записывается в виде

$$\varphi_i = \delta_i \Phi - k_i x_i.$$

Пусть δ_i i-го элемента формируется в соответствии с (5.13). При этом целевая функция i-го элемента имеет вид

$$\varphi_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^{n} x_j} \Phi - k_i x_i. \qquad (5.18)$$

В каждом периоде функционирования элементы стремятся достичь таких показателей эффективности работы, чтобы увеличить значение своей целевой функции. Нетрудно показать, что для функции вида (5.18) существует ситуация равновесия по Нэшу.

Решая систему уравнений

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j - x_i}{\left(\sum_{j=1}^{n} x_j\right)^2} \Phi - k_i = 0,\ i = 1,...n,$$

$$x_i = \sum_{i=1}^{n} x_i - \frac{k_i}{\Phi} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2,$$

просуммируем левую и правую часть:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = n \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i - \sum_{i=1}^{n} \frac{k_i \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}{\Phi},$$

$$(n-1) \cdot \Phi = \sum_{i=1}^{n} k_i \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i.$$

Получаем

$$\sum_{j=1}^{n} x_j^* = \frac{\Phi(n-1)}{\sum_{j=1}^{n} k_j}. \qquad (5.19)$$

Отсюда показатель эффективности *i-го* элемента определяется выражением

$$\frac{\left[\Phi(n-1) - x_i \cdot \sum_{i=1}^{n} k_i\right] \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} k_i\right)^2 \cdot \Phi}{\Phi^2 (n-1)^2 \cdot \sum_{i=1}^{n} k_i} - k_i = 0,$$

$$\left[\Phi(n-1) - x_i \cdot \sum_{i=1}^{n} k_i\right] \cdot \sum_{i=1}^{n} k_i = k_i \cdot \Phi(n-1)^2,$$

$$x_i \cdot \sum_{i=1}^{n} k_i = \Phi(n-1) - \frac{k_i \cdot \Phi(n-1)^2}{\sum_{i=1}^{n} k_i},$$

$$x_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} k_j - k_i(n-1)}{(\sum_{j=1}^{n} k_j)^2} \Phi(n-1).\,, \quad i = 1,\ldots,n. \qquad (5.20)$$

При проведении игрового эксперимента также рассматривалась деятельность подразделений фирмы, состоящей из пяти человек, т.е. n=5. Фонд также не изменился: Φ=2000. Роль участников игрового эксперимента выполняли автоматы с теми же параметрами, что и в выше рассмотренном эксперименте. А вот значения коэффициентов затрат поменялись следующим образом: k_1=3; k_2=k_3=k_4=4; k_5=5. Положение цели i-го автомата в k-й партии определялось выражением

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = x_i + \sum_{j \neq i}^{n} x_j,$$

$$\frac{x_i + \sum_{j \neq i}^{n} x_j - x_i}{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2} \cdot \Phi - k_i = 0,$$

$$\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2 = \frac{\Phi}{k_i} \cdot \sum_{j \neq i}^{n} x_j,$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = \sqrt{\frac{\Phi}{k_i} \cdot \sum_{j \neq i}^{n} x_j},$$

$$\tilde{x}_i^k = \sqrt{\frac{\Phi}{k_i} \sum_{j \neq i}^{n} x_j^k} - \sum_{j \neq i}^{n} x_j^k.$$

Теоретико-игровой анализ модели показал, что в ситуации равновесия показатели эффективности игроков равны:

x_1^*=160; x_2^*=x_3^*=x_4^*=80; x_5^*=0.

На рис. 5.13 приведены графики изменения стратегий участников игрового эксперимента, а на рис. 5.14 – график изменения суммарного значения показателя эффективности.

Из графика на рис. 5.13 следует, что аналитические результаты практически полностью соответствуют результатам игрового эксперимента.

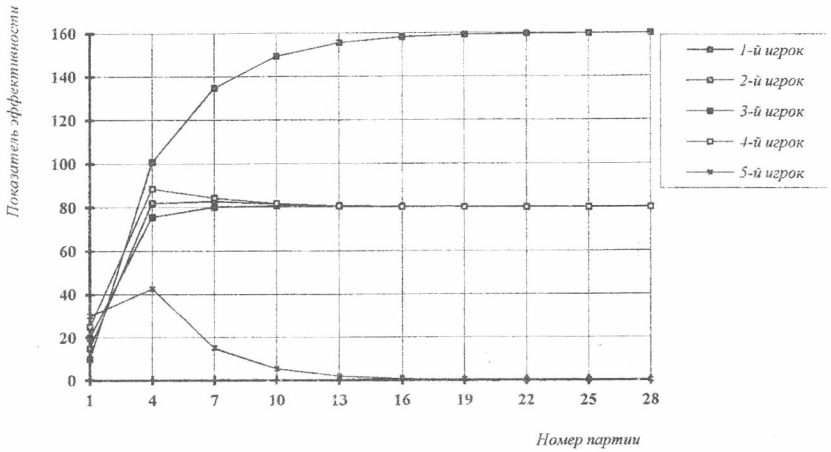


Рис. 5.13 –График изменения стратегий участников

Из (5.19) следует, что суммарное значение показателя эффективности коллектива определяется фондом премирования Φ и суммой коэффициентов затрат $\sum_{j=1}^{n} k_j$. В двух последних экспериментах и фонд, и сумма коэффициентов оставались неизменными, но сами значения k_i изменились. Как следствие, суммарное значение показателей эффективности элементов в ситуации равновесия по Нэшу не поменялось, но поменялись равновесные значения показателей эффективности элементов. Это хорошо показал график изменения стратегий на рис. 5.13.

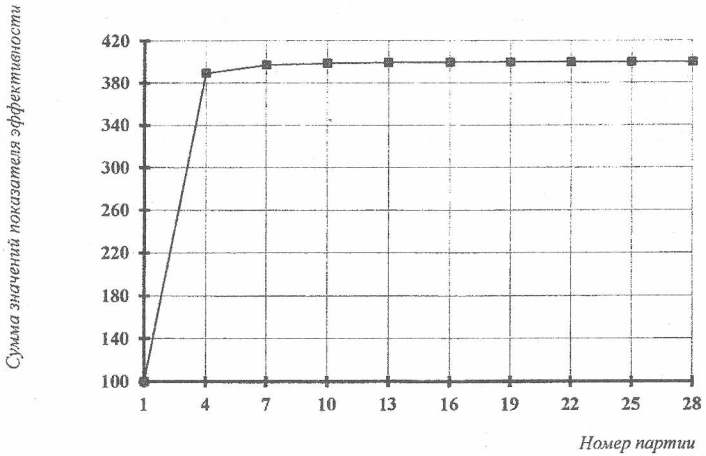


Рис.5.14 –График изменения суммарного показателя эффективности

А график на рис. 5.14 показывает, что уже к десятой партии суммарное значение показателя эффективности соответствует его значению в ситуации равновесия по Нэшу. Сравнивая графики на рис. 5.12 и 5.14, можно утверждать, что суммарное значение показателей эффективности изменялось в обоих экспериментах практически одинаково.

Библиографический список

1. Бурков В.Н., Трапезова М.Н. Механизмы внутрифирменного управления. – М.: Институт проблем управления, 2000.
2. Дьяченко М.А. Внутрифирменное планирование: учеб. пособие для вузов/ ГУУ. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 1999.
3. Герчикова И.Н. Менеджмент: учеб. – М: ЮНИТИ, 2000.
4. Гибсон Дж.Л., Иванцевич Д.Л., Доннелли Д.Х.-мл. Организации: поведение, структуры, процессы: учеб. для вузов. – М: ИНФРА-М, 2000.
5. Смирнов Э.А. Основы теории организации: учеб. пособие для вузов. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 1998.
6. Модели и механизмы внутрифирменного управления / И.К. Ануфриев, В.Н. Бурков, Н.Н. Вилкова [и др.]. – М.: Институт проблем управления, 1994.
7. Ковалев В.В. Финансовый анализ. – М.: Финансы и статистика, 1998.
8. Метод деловых игр / С.В. Емельянов, В.Н. Бурков, А.Г. Ивановский [и др.]; Международный центр научно-технической информации – М., 1976.

9. Чепрунова О.Ю. Щепкин А.В. Разработка экспериментов с моделями организационных систем. Автоматика и телемеханика. – 1988, № 8.
10. Опойцев В.И. Равновесие и устойчивость в моделях коллективного поведения. – М.: Наука, 1977.
11. Управленческий учет: учеб. пособие / под ред. А.Д. Шеремета. – М.: ИД ФБК-ПРЕСС, 2000.
12. Диагностика, оценка и реструктуризация строительного предприятия. Бизнес-планирование / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, А.В. Глухов [и др.]; Воронежская государственная архитектурно-строительная академия. – Воронеж, 2000.
13. Большие системы: моделирование организационных механизмов / В.Н. Бурков, Б. Данев, А.К. Еналеев [и др.]. – М.: Наука, 1989.
14. Волгин Н.А. Современные модели оплаты труда: методика и рекомендации по внедрению. – М.: ИНПИОН, 1992.
15. Дудашова В.П. Мотивация труда в менеджменте. – Кострома: КГТУ, 1996.
16. Планирование и анализ хозяйственной деятельности предприятия в условиях налоговой системы / Н.Б. Мироносецкий, Н.А. Исаева, Л.К. Парфенова [и др.]. – Новосибирский государственный университет, 1991.
17. Динова Н.И. Бригадные формы оплаты труда // Механизмы управления социально-экономическими системами. – М.: Институт проблем управления, 1988.
18. Щепкин А.В. Имитационная игра «Бригадные формы оплаты труда» // Modernizace vyucovaciho procesu na vysokych skolach a pri vychove a vzdelavani dospelych. – Praha, 1986.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный комплекс базовых механизмов управления (главы 3-5) 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;
- экологоэкономические 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[9].

---

[9] 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

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор Н.С. Куприянова
Доверстка Л.Р. Дмитриенко

Подписано в печать 24.11.2014. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Печ. л. 11,5.
Тираж 100 экз. Заказ 156 . Арт. 25/2014.

Самарский государственный аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.