

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Д.Ю. ИВАНОВ

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

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

САМАРА
Издательство Самарского университета
2018

УДК 338.2(075)

ББК 65.050я7

И 201

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

Иванов, Дмитрий Юрьевич

И201 **Имитационное моделирование механизмов внутрифирменного управления:** учеб. пособие / *Д.Ю. Иванов.* – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 80 с.

ISBN 978-5-7883-1222-4

Рассмотрены теоретические и практические подходы к имитационному моделированию базовых моделей и механизмов внутрифирменного управления. Использование таких механизмов в практике управления фирмой поможет выявить их внутренние резервы, что позволит достичь более высоких результатов с меньшими затратами. Их применение может служить основой для принятия правильных решений. Обоснованность принимаемых управленческих решений существенно повышается, если при этом используется метод имитационных игр, позволяющий, с одной стороны, проверить на модели правильность принятого решения, а с другой, служит средством обучения. В работе приведены результаты ряда имитационных игр, с помощью которых проверяются или обосновываются принимаемые решения.

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

Учебное пособие разработано на кафедре организации производства.

УДК 338.2(075)

ББК 65.050я7

ISBN 978-5-7883-1222-4

© Самарский университет, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 4 |
| 1. Организационная структура фирмы | 5 |
| 2. Игровое имитационное моделирование – метод экспериментального исследования..... | 11 |
| 3. Механизмы внутрифирменного ценообразования | 14 |
| 4. Принцип равных рентабельностей..... | 26 |
| 5. Противозатратные механизмы управления | 33 |
| 6. Противозатратность при формировании фонда оплаты труда | 42 |
| 7. Иерархия подразделений | 49 |
| 8. Стимулирование коллектива подразделений..... | 56 |
| 9. Распределение премии в однородном коллективе..... | 60 |
| 10. Распределение премии в неоднородном коллективе | 70 |
| Заключение | 77 |
| Библиографический список..... | 78 |

ВВЕДЕНИЕ

По характеру хозяйственной деятельности фирмы можно разделить на несколько крупных групп: промышленные, торговые, транспортные, страховые, инжиниринговые, туристские фирмы и т.д. В дальнейшем в работе будут рассматриваться механизмы и модели внутрифирменного управления промышленными фирмами. То есть такими фирмами, которые занимаются производством продукции.

Вопросы внутрифирменного управления приобретают важное значение, особенно в настоящее время, в связи с резкими изменениями условий хозяйствования, при поиске, завоевании или сохранении своего сектора рынка в условиях свободной конкуренции.

Требования рынка оказывают влияние на деятельность всей фирмы в целом. Для того, чтобы адекватно отвечать рыночным требованиям, руководство фирмы должно согласовывать с этими требованиями действия всех своих подразделений. Одним из путей решения этой задачи является совершенствование внутренней организации управления фирмы, ориентированной на требования рынка. В первую очередь, необходимо усиление влияния внутрифирменных экономических механизмов на конечные результаты деятельности всей фирмы в целом. Элементами системы внутрифирменных экономических отношений являются подсистемы планирования, контроля и экономического стимулирования и экономической ответственности [1]. В отличие от существовавшей системы планирования в условиях командно-административной экономики разработка, утверждение и корректировка планов в условиях рынка – дело самой фирмы. Контроль за выполнением планов, экономическое стимулирование и формы экономического воздействия должны быть ориентированы на достижение коммерческого интереса фирмы, на выполнение обязательств перед заказчиком, партнерами и персоналом [2].

В работе рассматриваются основные типы задач внутрифирменного управления:

- распределение работ и финансов между подразделениями;
- распределение прибыли;
- разработка систем стимулирования.

1.ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ФИРМЫ

Организационная структура фирмы предназначена, прежде всего, для установления четких взаимосвязей между подразделениями фирмы, распределения между ними прав и ответственности [3]. Организационная структура фирмы определяет ее состав и систему подчинения в общей иерархии фирмы. Укрупненная структура многих фирм может быть представлена в виде двухуровневой системы. На верхнем уровне находится Центр (материнская компания), а на нижнем уровне – подразделения фирмы (дочерние компании) [3].

Материнские компании бывают двух типов.

Материнская оперативно-производственная компания сама занимается хозяйственной деятельностью, и в этом случае централизованное управление охватывает все стороны производственного процесса, начиная с разработки новой продукции и кончая ее реализацией. Таким образом, в производственной компании объектом управления является производство материальных ценностей и все, что с ним связано. При этом финансовая деятельность служит средством управления и контроля. Методы управления, применяемые материнской производственной компанией, охватывают все стороны экономической деятельности дочерних компаний.

Материнская холдинговая компания сама не занимается производственной деятельностью, а лишь концентрирует у себя контрольные пакеты акций производственных компаний, которые обладают юридической и хозяйственной самостоятельностью, но подчиняются холдингу в финансовом отношении. Она осуществляет управление преимущественно методами финансового воздействия, устанавливая для каждой родственной фирмы основные финансовые показатели. Наряду с финансовыми рычагами воздействия используются и другие средства. Инструментом централизованного управления может служить, например, техническая политика, т.е. сосредоточение научных исследований и технических разработок в едином центре головной компании и целевое

предоставление его результатов дочерним компаниям. Часто в качестве таких инструментов используется распределение между дочерними компаниями номенклатуры выпускаемой продукции, раздел между ними рынков сбыта.

Дочерние компании являются юридическими самостоятельными. Заключение сделок и вся документация дочерних компаний (составление балансов) ведутся отдельно от материнской компании. Они имеют достаточную финансовую базу и имущество, необходимое для осуществления самостоятельной хозяйственной деятельности. Дочерние компании проводят раздельно с головной компанией заседания правления и общие заседания акционеров. Материнское общество не несет никакой ответственности по обязательствам своих дочерних компаний. Вместе с тем, материнская компания осуществляет контроль за деятельностью принадлежащих ей дочерних компаний, который обеспечивает владение контрольным пакетом акций. Этот контроль состоит не только в наблюдении и координации хозяйственной деятельности, но и в определении состава правления, назначения директоров, которые, в свою очередь, обязаны принимать указания от контролирующей фирмы и отчетываться перед ней.

Любая фирма в процессе ее создания и развития ориентируется на достижение вполне определенных целей, поэтому и организационная структура этой фирмы является преднамеренно и целенаправленно созданной и ориентированной на достижение установленных целей [4].

Анализ организационных структур многих фирм показывает, что большое количество различных фирм имеют сходную внутреннюю структуру взаимодействия входящих в них подразделений. При этом подразделения – исполнители могут быть как независимы друг от друга (при выполнении отдельных, несвязанных между собой договоров), так и иметь горизонтальные связи (при работе над крупным проектом) [5,6].

Линейная организация управления – распределение должностных обязанностей осуществлено так, чтобы каждый работник был максимально нацелен на выполнение производственных задач фирмы, все полномочия идут от высшего звена фирмы к низшему (рис.1). **Преимущества:** четко реализуется распределение обязанностей и полномочий, простота в управлении. **Недостатки:** негибкость, неприспособленность к дальнейшему развитию. Хорошо работает в небольших фирмах при

высоком профессионализме и авторитете руководителя, а также большой заинтересованности подчиненных в успешной работе фирмы.

Линейная организация управления

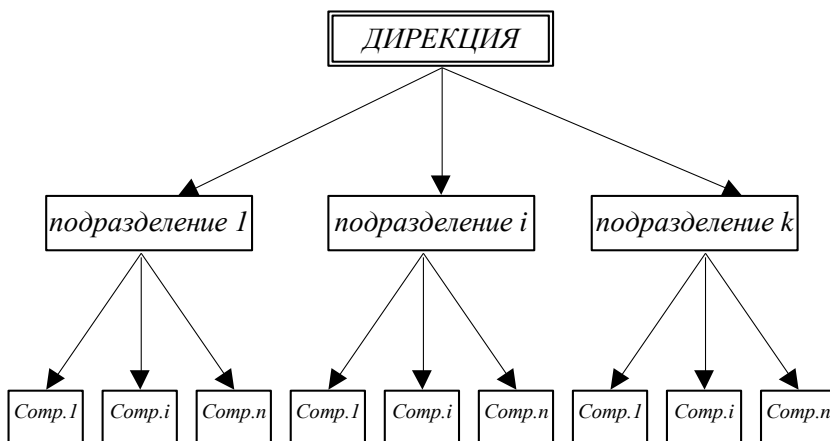


Рис. 1

Линейно-функциональная структура управления нашла применение в сравнительно небольших фирмах с явно выраженным разделением труда, представляющих ограниченный ассортимент товаров и услуг, или как основа в отделениях больших, многономенклатурных фирмах (рис. 2). Это наиболее распространенная структура управления. Здесь линейное управление подкреплено специальными вспомогательными (функциональными) службами. **Главное преимущество** линейно функциональной структуры – ее эффективность. **Основной недостаток** линейно функциональной структуры состоит в том, что цели фирмы могут быть проигнорированы ради целей структурного подразделения, поскольку специалисты, работающие вместе в одном подразделении, замыкаются в сфере своих взаимных интересов. Например, бухгалтеры могут заниматься решением только своих проблем, не замечая проблем производства, или отдела сбыта или всей фирмы в целом. Другими словами, деятельность и цели структурных подразделений часто преобладают над деятельностью и целями фирмы [4].

Линейно – функциональная структура управления

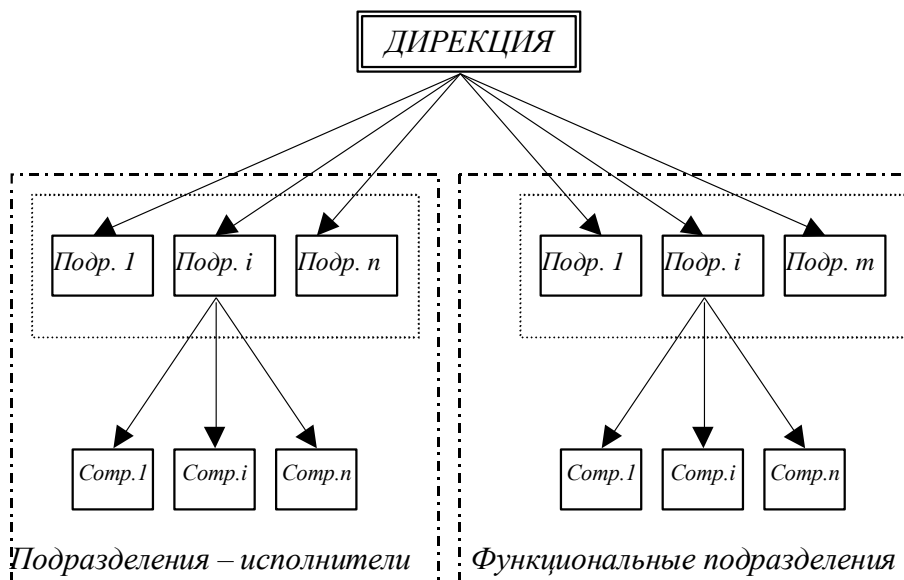


Рис. 2

Матричная структура управления предусматривает создание двух ветвей связей подчинения:

- административная связь – подчинение непосредственному руководителю;
- функциональная связь – подчинение специалистам, обеспечивающим руководство выполнением работ, которые могут и не находиться в подчинении того же руководителя.

Матричная структура управления направлена на максимальное усиление преимуществ и сведение к минимуму недостатков линейной и линейно – функциональной структур управления (Рис. 3). Использование матричной структуры позволяет достичь желаемого баланса накладыванием вертикальной структуры на горизонтальную структуру власти [4]. Матричная структура управления применяется при сложном наукоемком производстве [5].

Матричная структура управления

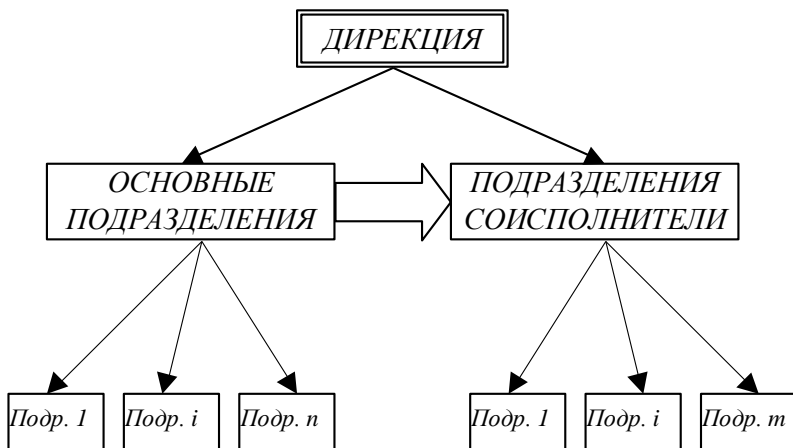


Рис. 3

Процесс функционирования любой фирмы носит циклический характер. В пределах одного цикла осуществляются:

- привлечение необходимых ресурсов;
- соединение их в производственном процессе;
- реализация произведенной продукции и получение конечных финансовых результатов.

В условиях рыночной экономики укрупненными и относительно самостоятельными экономическими объектами, составляющими сферу приложения общих функций управления, являются денежные средства (точнее финансовые ресурсы), трудовые ресурсы, средства и предметы труда.

Финансовые ресурсы в этих условиях приобретают первостепенное значение, поскольку это – единственный вид ресурсов фирмы, трансформируемый непосредственно и с минимальным временным лагом в любой другой вид ресурсов [7].

При заключении договора на выполнение работ вся сумма финансовых средств (договорная цена), полученная от заказчика, распределяется в соответствии с существующей финансовой дисциплиной. Рассмотрим внутреннюю структуру деятельности фирмы с точки зрения образования фондов и распределения прибыли (рис. 4).

Структура договорной цены.

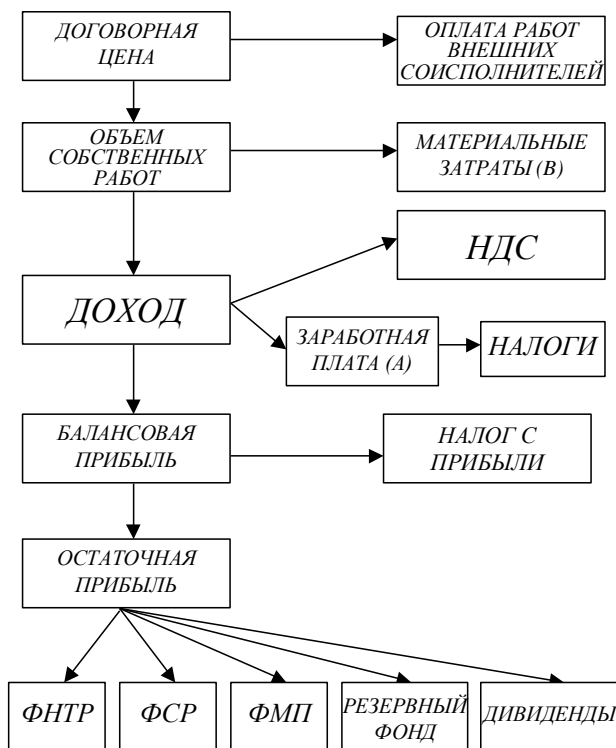


Рис. 4

Хозяйственный договор заключается руководством фирмы с внешним заказчиком. Соответственно, руководство фирмы заключает внутренние договоры со своими подразделениями.

Основная задача внутрифирменного управления заключается в том, что для каждого подразделения определяется набор показателей, характеризующих экономические результаты его деятельности. Это – стоимость (цена или объем) работ, которые оно выполняет и соответственно, затраты на выполнение этих работ (на оплату труда сотрудников, оплату труда исполнителей, материальные и приравненные к ним затраты и накладные расходы). На основе этих показателей определяется доход и прибыль подразделения, оставляемые в его распоряжении, за исключением доли отчислений в централизованные фонды фирмы [6].

2. ИГРОВОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Эффективным средством исследования механизмов функционирования организационных систем, наряду с аналитическими методами исследования, является метод игрового имитационного моделирования [8, 9].

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). Количество партий, как правило, не ограничивается заранее, хотя возможны варианты, когда количество партий фиксировано. По завершении игры производится подведение итогов и определение победителей.

Отметим здесь важное направление, связанное с применением имитационных игр, как в исследовательских целях, так и в целях обучения. Это игры с участием автоматов (*artificial players or robots*). В таких играх часть участников игры или всех игроков заменяют автоматами (под автоматом понимается специальная программа, в которой реализован алгоритм гипотезы поведения лица, принимающего решения) с формализованными процедурами принятия решений. Можно утверждать, что замена реального игрока на искусственного представляет собой попытку построить модель поведения человека. Эта модель включает в себя основные параметры, характеризующие индивидов, и, прежде всего, мотивы экономической активности, ее цели и средства достижения этих целей.

Естественно, что имитация многообразия человеческой личности, ее неповторимой индивидуальности, разнообразных мотивов ее деятельности – задача в полном объеме практически неразрешима. Однако, в данном случае проблема значительно упрощается, так как формализуется главным образом то, что объясняет экономическое поведение людей в различных хозяйственных ситуациях.

Необходимость проведения игр с автоматами проявляется в тех случаях, когда необходимо провести исследование функционирования организационной системы с большим числом элементов (проведение соответствующей игры с большим числом участников нереально).

Игры с автоматами весьма близки к имитационному моделированию. В предельном случае, когда все участники заменены автоматами, получаем имитационную модель организации (игры автоматов). Такие игры применяются в случаях, когда необходимо провести значительное число партий для исследования динамики игры или для получения статистически значимой оценки результатов. Это связано с тем, что «быстродействие» имитационной игры принципиально ограничено временем принятия решения человеком (порядка одной минуты в простейших играх). И именно время принятия решения человеком ограничивает и продолжительность одной партии (2-3 минуты в простейших играх). Игры автоматов позволяют сократить продолжительность одной партии до долей секунды.

Автоматы, используемые в игровых моделях для анализа механизмов внутрифирменного управления, программируются на основании некоторых гипотез о поведении людей в моделируемой ситуации. Сами гипотезы формируются на основе анализа стратегий реальных игроков в

имитационной игре и эти гипотезы можно, в свою очередь, проверить при проведении имитационной игры.

В простейших имитационных играх алгоритм выбора решений автоматом основывается на аксиоме индикаторного поведения [10].

Если считать, что в каждой партии выбор s_i i -м игроком определяет его движение в сторону его цели, то процедура, реализующая аксиому индикаторного поведения, может быть представлена в виде

$$s_i^{k+1} = s_i^k + \gamma_i^k (\tilde{s}_i^k - s_i^k),$$
$$\gamma_i^k \in [0, 1]$$

где s_i^{k+1} – выбор i -го автомата в $k+1$ -й партии игры, \tilde{s}_i^k – положение цели i -го автомата в k -й партии, или, другими словами, это то состояние, которое обеспечивает i -му автомату максимальное или минимальное значение его целевой функции в k -й партии игры. 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 \tilde{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.

3. МЕХАНИЗМЫ ВНУТРИФИРМЕННОГО ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ

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 . После выполнения работы фирма получает определенную прибыль.

Задача. Как распределить работы и как поделить прибыль между подразделениями фирмы?

Для однотипных работ цену единицы работы можно определить как

$$c = C/X.$$

Обозначив через x_i объем работ i -го исполнителя, а z_i – его затраты на выполнение этого объема работ с учетом части постоянных затрат всей фирмы, можем определить прибыль i -го исполнителя

$$\pi_i = cx_i - z_i.$$

Соответственно, прибыль всей фирмы равна

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \pi_i = \sum_{i=1}^n cx_i - \sum_{i=1}^n z_i = C - Z.$$

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

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

$$\varphi_i = \mu \pi_i = \mu (c x_i - z_i).$$

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

Затраты при выпуске продукции любой фирмы разделяются на постоянные и переменные рис. 5 [7, 11].

| 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. |

Рис. 5

Взаимосвязь затрат, выручки (дохода) и прибыли формируют 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 [11, 12] (рис. 6).

Формально, эта зависимость записывается как

$$z_i = p_i + k_i x_i.$$

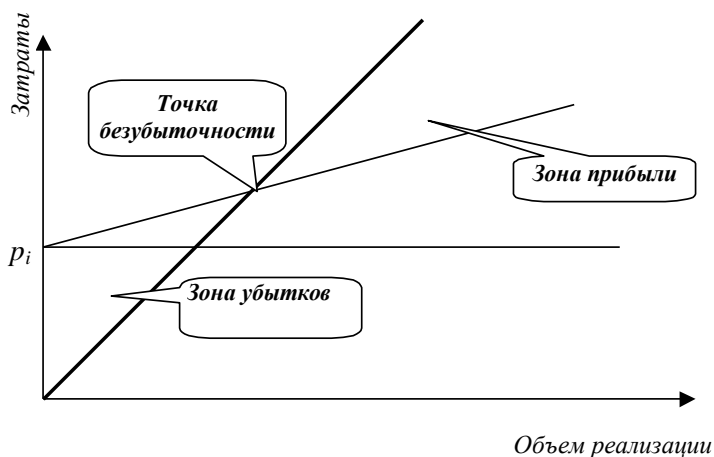


Рис. 6

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. 7

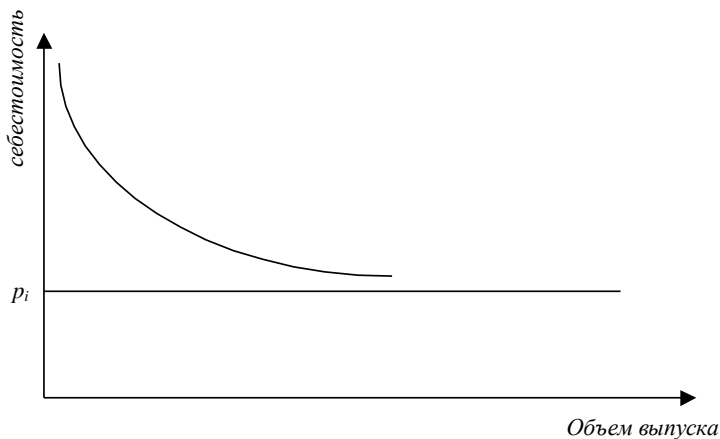


Рис.7

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. 8

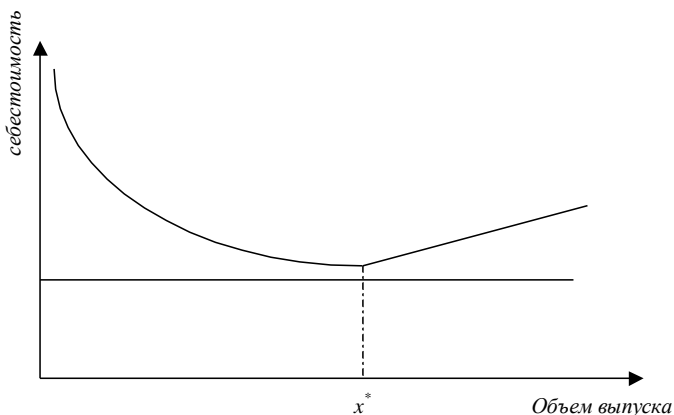


Рис. 8

и, соответственно, график изменения затрат, как изображено на рис. 9.

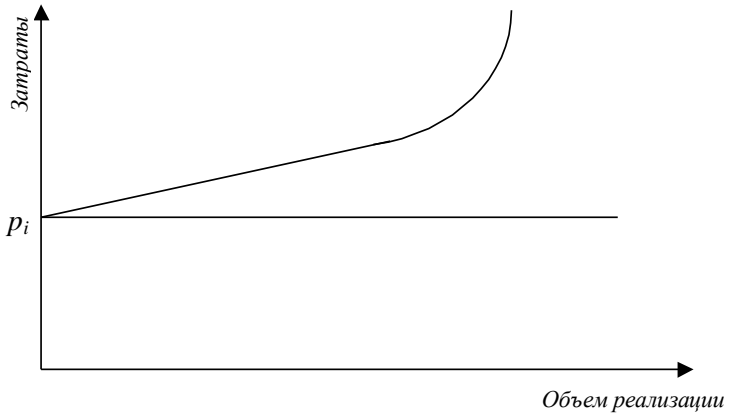


Рис. 9

Простейшая кривая изменения переменных затрат может быть представлена в виде параболы

$$z_i = p_i + \frac{x_i^2}{2r_i},$$

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

Таким образом, прибыль всей фирмы определяется выражением

$$\Pi = C - \sum_{i=1}^n z_i = C - \sum_{i=1}^n p_i - \sum_{i=1}^n \frac{x_i^2}{2r_i}. \quad (1)$$

Чтобы получить максимум прибыли руководству фирмы необходимо распределить весь объем работ X так, чтобы выражение (1) принимало максимальное значение. Другими словами необходимо решить задачу

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

или, что, то же самое

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

Решение этой задачи дает

$$x_i = \frac{r_i}{\sum_{j=1}^n r_j} X . \quad (2)$$

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

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

А зависимость прибыли подразделения от объема выполняемых работ может быть представлена в виде графика на рис. 10.

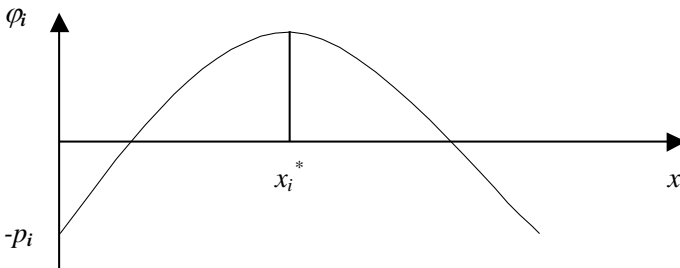


Рис. 10

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

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

Но, как правило, при распределении работ, руководство фирмы оперирует заявками подразделений на получение объема работ. Если руководству поступили заявки s_1, s_2, \dots, 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

$$x_i = \frac{s_i}{\sum_{j=1}^n s_j} X. \quad (3)$$

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 (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 (3) прибыль i -го подразделения фирмы определяется выражением

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

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

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial s_i} = \mu \frac{\sum_{j=1}^n s_j - s_i}{\left(\sum_{j=1}^n s_j\right)^2} \frac{X}{r_i} \left(x_i^* - \frac{s_i}{\sum_{j=1}^n s_j} X \right) = 0 \quad (4)$$

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 получают одинаковые объемы работ. Очевидно, что такое распределение не является оптимальным (за исключением случая, когда все подразделения одинаковы, то есть $r_1 = r_2 = \dots = r_n$), что приводит к потере прибыли всей фирмой.

Типичная ситуация, когда $\sum x_i^* \neq X$. Рассмотрим случай, когда $\sum x_i^* < X$. 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 (4) нетрудно определить положение цели i -го автомата. В k -й партии оно определяется выражением

$$\tilde{s}_i^k = \frac{C r_i \sum_{j \neq i}^n s_j^k}{X^2 - C r_i}.$$

На рис. 11 приведены графики изменения стратегий участников игрового эксперимента.

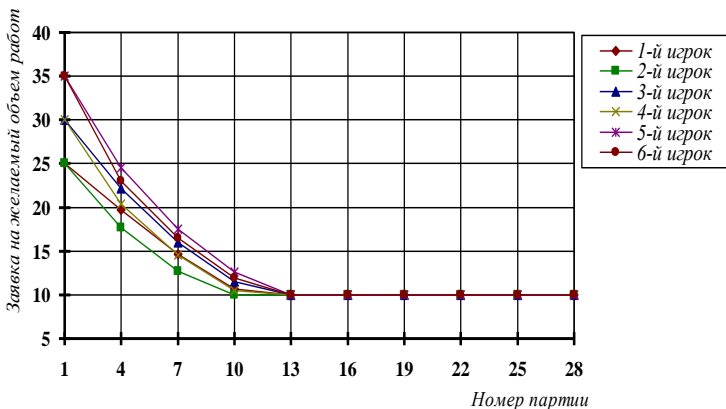


Рис. 11

А на рис. 12 график изменения общей прибыли, получаемой фирмой.

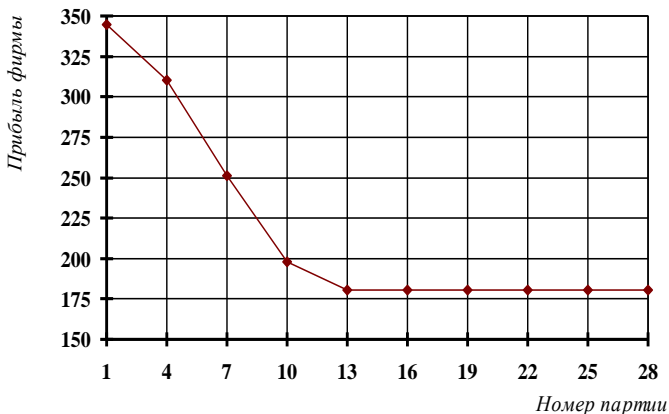


Рис. 12

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 не эффективен.

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 представле-

ны на таблице 1, в которой отражено развитие ситуации в первых десяти партиях.

Таблица 1

| | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Партия № 1 | Номер игрока | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Заявленный объем работ | 20,00 | 22,00 | 25,00 | 33,00 | 30,00 | 18,00 |
| | Полученный объем работ | 27,03 | 29,73 | 33,78 | 44,59 | 40,54 | 24,32 |
| | Внутренняя цена | 6,08 | | | | | |
| | Условная прибыль | 91,31 | 92,40 | 110,3 | 105,4 | 129,1 | 105,6 |
| | Прибыль фирмы | 318,08 | | | | | |
| | Прибыль | 45,79 | 46,34 | 55,33 | 52,88 | 64,76 | 52,98 |
| Партия № 2 | Заявленный объем работ | 28,00 | 25,00 | 27,00 | 35,00 | 37,00 | 40,00 |
| | Полученный объем работ | 29,17 | 26,04 | 28,13 | 36,46 | 38,54 | 41,67 |
| | Внутренняя цена | 4,69 | | | | | |
| | Условная прибыль | 51,65 | 54,25 | 65,92 | 60,13 | 74,56 | 71,30 |
| | Прибыль фирмы | 340,32 | | | | | |
| | Прибыль | 46,52 | 48,87 | 59,38 | 54,16 | 67,16 | 64,23 |
| | Партия № 3 | Заявленный объем работ | 30,00 | 26,00 | 31,00 | 38,00 | 40,00 |
| Полученный объем работ | | 28,57 | 24,76 | 29,52 | 36,19 | 38,10 | 42,86 |
| Внутренняя цена | | 4,29 | | | | | |
| Условная прибыль | | 40,82 | 44,81 | 53,89 | 45,96 | 59,60 | 52,48 |
| Прибыль фирмы | | 340,41 | | | | | |
| Прибыль | | 46,70 | 51,26 | 61,65 | 52,58 | 68,19 | 60,04 |
| Партия № 4 | | Заявленный объем работ | 32,00 | 28,00 | 36,00 | 29,00 | 43,00 |
| | Полученный объем работ | 30,77 | 26,92 | 34,62 | 27,88 | 41,35 | 38,46 |
| | Внутренняя цена | 4,33 | | | | | |
| | Условная прибыль | 38,46 | 44,01 | 49,93 | 55,86 | 56,79 | 60,76 |
| | Прибыль фирмы | 340,42 | | | | | |
| | Прибыль | 42,82 | 48,99 | 55,58 | 62,18 | 63,22 | 67,63 |
| | Партия № 5 | Заявленный объем работ | 27,00 | 25,00 | 29,00 | 27,00 | 41,00 |
| Полученный объем работ | | 29,51 | 27,32 | 31,69 | 29,51 | 44,81 | 37,16 |
| Внутренняя цена | | 4,92 | | | | | |
| Условная прибыль | | 58,05 | 59,72 | 72,16 | 72,56 | 76,95 | 84,12 |
| Прибыль фирмы | | 339,96 | | | | | |
| Прибыль | | 46,59 | 47,93 | 57,92 | 58,24 | 61,77 | 67,52 |

Окончание табл. 1

| | | | | | | | |
|-------------|------------------------|--------|------|------|------|------|------|
| Партия № 6 | Номер игрока | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Заявленный объем работ | 23,0 | 27,0 | 26,0 | 29,0 | 42,0 | 35,0 |
| | Полученный объем работ | 25,2 | 29,6 | 28,5 | 31,8 | 46,1 | 38,4 |
| | Внутренняя цена | 4,95 | | | | | |
| | Условная прибыль | 61,1 | 58,6 | 73,2 | 72,9 | 76,0 | 84,5 |
| | Прибыль фирмы | 337,61 | | | | | |
| | Прибыль | 48,3 | 46,4 | 57,9 | 57,7 | 60,2 | 66,8 |
| Партия № 7 | Заявленный объем работ | 21,0 | 22,0 | 25,0 | 26,0 | 36,0 | 33,0 |
| | Полученный объем работ | 25,7 | 26,9 | 30,6 | 31,9 | 44,1 | 40,4 |
| | Внутренняя цена | 5,52 | | | | | |
| | Условная прибыль | 75,8 | 76,1 | 90,9 | 91,3 | 104, | 106, |
| | Прибыль фирмы | 341,04 | | | | | |
| | Прибыль | 47,4 | 47,6 | 56,8 | 57,1 | 65,3 | 66,5 |
| Партия № 8 | Заявленный объем работ | 22,0 | 23,0 | 27,0 | 28,0 | 33,0 | 34,0 |
| | Полученный объем работ | 26,3 | 27,5 | 32,3 | 33,5 | 39,5 | 40,7 |
| | Внутренняя цена | 5,39 | | | | | |
| | Условная прибыль | 72,5 | 72,5 | 87,1 | 87,0 | 101, | 101, |
| | Прибыль фирмы | 343,88 | | | | | |
| | Прибыль | 47,8 | 47,8 | 57,4 | 57,3 | 66,8 | 66,5 |
| Партия № 9 | Заявленный объем работ | 23,0 | 24,0 | 26,0 | 28,0 | 30,0 | 32,0 |
| | Полученный объем работ | 28,2 | 29,4 | 31,9 | 34,3 | 36,8 | 39,2 |
| | Внутренняя цена | 5,52 | | | | | |
| | Условная прибыль | 76,1 | 75,8 | 91,3 | 91,3 | 106, | 106, |
| | Прибыль фирмы | 343,57 | | | | | |
| | Прибыль | 47,7 | 47,5 | 57,2 | 57,2 | 66,7 | 66,9 |
| Партия № 10 | Заявленный объем работ | 22,5 | 22,0 | 27,0 | 27,0 | 31,0 | 31,5 |
| | Полученный объем работ | 27,9 | 27,3 | 33,5 | 33,5 | 38,5 | 39,1 |
| | Внутренняя цена | 5,59 | | | | | |
| | Условная прибыль | 78,1 | 78,0 | 93,7 | 93,7 | 109, | 109, |
| | Прибыль фирмы | 344,40 | | | | | |
| | Прибыль | 47,8 | 47,8 | 57,4 | 57,4 | 66,9 | 66,9 |

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.

4. ПРИНЦИП 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 z_i -затраты на выполнение работ i -м подразделением фирмы таковы, что $\sum_{i=1}^n z_i < C$, то есть работа для фирмы в принципе выгодна.

Необходимо определить c_i -объем финансирования выполнения работ в каждом подразделении фирмы $i=1, \dots, n$.

Один из вариантов решения этой проблемы – это использовать принцип равных рентабельностей [6]. Рентабельность определяется как прибыль на 1 руб. затрат.

Максимальная рентабельность всего договора на уровне всей фирмы $\rho_{max} = \frac{C - Z}{Z}$. Соответственно, рентабельность i -го подразделения фирмы $\rho_i = \frac{c_i - z_i}{z_i}$. Если ставится задача обеспечить равную рента-

бельность во всех подразделениях фирмы, то для определения объемов финансирования каждого подразделения на основе принципа равных рентабельностей можно записать

$$\begin{cases} \frac{c_i - z_i}{z_i} = \frac{c_j - z_j}{z_j} \\ \sum_{i=1}^n c_i = C \end{cases}.$$

Из первого уравнения этой системы, получаем

$$c_j - z_j = \frac{c_i}{z_i} z_j - z_j,$$

или

$$c_j = \frac{c_i}{z_i} z_j.$$

Из последнего уравнения системы получаем

$$\sum_{j=1}^n c_j = \frac{c_i}{z_i} \sum_{j=1}^n z_j = C.$$

И, наконец,

$$c_i = \frac{z_i}{\sum_{j=1}^n z_j} C.$$

Так как руководству фирмы не известны точные значения z_i при определении объемов финансирования центр использует информацию, полученную от подразделений фирмы s_i , $i=1, \dots, n$. Тогда

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

Прибыль i -го подразделения фирмы может быть записана как

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

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 $(s_i - z_i)$. В этом случае остаточную прибыль можно представить в виде

$$P_i = c_i - z_i - \alpha(s_i - z_i) = \frac{s_i}{\sum_{j=1}^n s_j} C - z_i - \alpha(s_i - z_i), \quad (5)$$

где α -норматив дополнительных отчислений от сверхплановой прибыли.
Ситуация равновесия по Нэшу находится из условия

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial s_i} = 0$$

или

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

Складывая эти n уравнений, получаем

$$\sum_{j=1}^n s_j = \frac{C}{\alpha} \frac{n-1}{n}.$$

Таким образом,

$$s_i^* = \frac{C}{\alpha} \frac{n-1}{n^2}. \quad (6)$$

Выражение (6) определяет равновесие по Нэшу, если $s_i^* \geq z_i$.

Подразделению фирмы не выгодно будет zvyšывать 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

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

Вычитая из обеих частей последнего неравенства по l , получим

$$\frac{C - \sum_{j=1}^n s_j}{\sum_{j=1}^n s_j} - \frac{s_i}{\left(\sum_{j=1}^n s_j\right)^2} C \leq \alpha - l. \quad (7)$$

Но $\frac{C - \sum_{j=1}^n s_j}{\sum_{j=1}^n s_j} = \rho$ – рентабельность работ, определяемая на этапе

планирования. Потому выражение (7) можно переписать в виде

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

Вычитая еще раз по l из обеих частей этого неравенства, получим

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

или

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

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

$$s_i \geq \frac{\rho + l - \alpha}{(\rho + l)^2} C. \quad (8)$$

Пусть $\alpha = l$, то есть у подразделения фирмы изымается вся сверхплановая прибыль. Тогда при $\rho_{\max} \leq l$ неравенство (8) будет выполняться всегда, если справедливо неравенство

$$z_{min} \geq \frac{\rho_{max}}{(\rho_{max} + 1)^2} C. \quad (9)$$

Рассмотрим случай, когда $z_1 = z_2 = \dots = z_n = z$. При этом (9) представим в виде

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

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

$$\frac{\rho_{max} + 1}{n\rho_{max}} \geq 1 \quad (10)$$

или

$$\rho_{max} \leq \frac{1}{n-1}. \quad (11)$$

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 (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 (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 $\alpha=1$, то максимальная рентабельность, при которой еще может быть обеспечено получение достоверной информации, равна 10%. В то же время для случая, когда $\alpha=1,1$, 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: $C=900$; $n=6$; $z_1=100$; $z_2=110$; $z_3=120$; $z_4=130$; $z_5=140$; $z_6=150$; $\alpha=1$; $\gamma_1=0,3$; $\gamma_2=0,5$; $\gamma_3=0,4$; $\gamma_4=0,6$; $\gamma_5=0,5$; $\gamma_6=0,7$. Легко посчитать, что $\rho_{max}=0,2$. А проведенный выше анализ показал, что в рассматриваемом случае достоверность информации может обеспечиваться при $\alpha=1$, $\rho_{max} \leq 0,2$ одинаковых затратах подразделений на выполнение работ.

Из (5) нетрудно определить положение цели i -го автомата. В k -й партии оно определяется выражением

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

На рис. 13 приведены графики изменения стратегий участников игрового эксперимента.

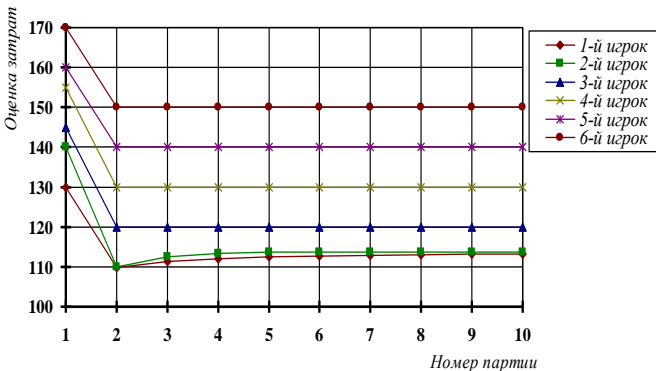


Рис. 13

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

На рис. 14 представлен график изменения стратегий автоматов, когда $\alpha=1,04$.

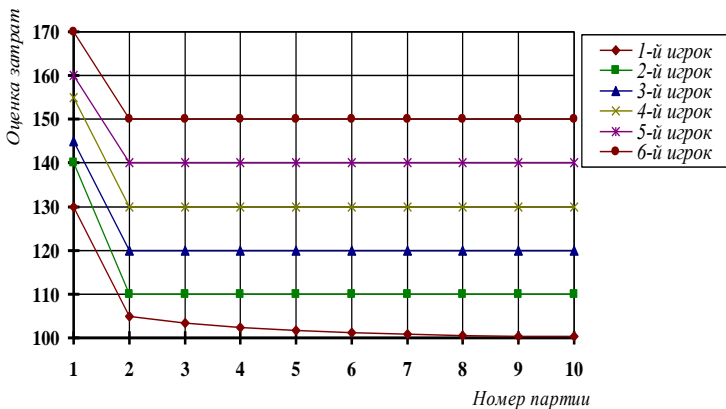


Рис. 14

Из этого графика следует, что при $\alpha=1,04$ все игроки в ситуации равновесия сообщают достоверную информацию. Если же $\alpha=0,8$, то ситуация равновесия для всех игроков определяется выражением (6), а график изменения стратегий представлен на рис.15.

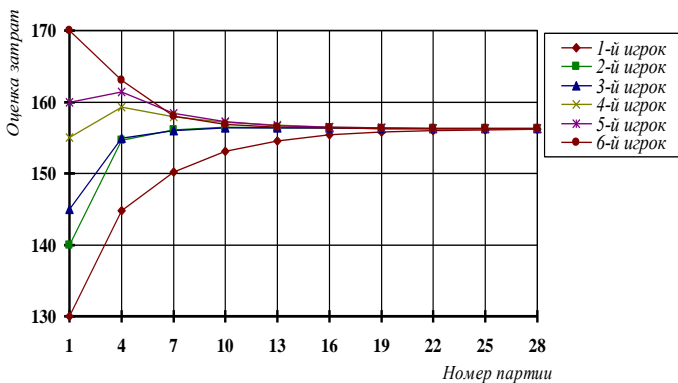


Рис. 15

5. ПРОТИВОЗАТРАТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Рассмотрим пути построения противозатратного механизма. Основная идея, которая закладывается в этот принцип, заключается в следующем. При уменьшении затрат на производство и росте потребительских свойств, прибыль должна увеличиваться [13-15]. Так как $\Pi = \rho Z$, то отсюда следует необходимость поставить рентабельность в зависимость от затрат Z и эффекта L таким образом, чтобы ρ увеличивалось при уменьшении Z и увеличении L . Для этого вводится новый показатель

$$\mathcal{E} = \frac{L}{Z}$$

и предполагается что $\rho = \rho(\mathcal{E})$. Показатель \mathcal{E} характеризует эффективность продукта (фактически это эффект у потребителя на 1 руб. затрат у производителя). Для того чтобы механизм формирования цены (стоимости) продукта был бы противозатратным, необходимо, чтобы выполнялись следующие требования:

- прибыль $\Pi = \rho(\mathcal{E})Z$ была убывающей функцией затрат;
- стоимость производства $C = [1 + \rho(\mathcal{E})]Z$ должна быть возрастающей функцией затрат.

Из первого требования получаем

$$\frac{d\Pi}{dZ} = \frac{d}{dZ} [\rho(\mathcal{E}) \times Z] = \rho(\mathcal{E}) - \mathcal{E} \frac{d\rho}{d\mathcal{E}} < 0,$$

а из второго требования имеем

$$\frac{dC}{dZ} = \frac{d}{dZ} ([1 + \rho(\mathcal{E})] \times Z) = 1 + \rho(\mathcal{E}) - \mathcal{E} \frac{d\rho}{d\mathcal{E}} > 0.$$

Оба эти неравенства можно записать в следующем виде:

$$0 < \mathcal{E} \frac{d\rho}{d\mathcal{E}} - \rho(\mathcal{E}) < 1.$$

В соответствии с [13] обозначим $\mathcal{E} \frac{d\rho}{d\mathcal{E}} - \rho(\mathcal{E})$ через $h(\mathcal{E})$, тогда последнее неравенство можно записать в форме дифференциального уравнения

$$\mathcal{E} \frac{d\rho}{d\mathcal{E}} - \rho(\mathcal{E}) = h(\mathcal{E}), \quad (12)$$

где $h(\mathcal{E})$ произвольная функция, принимающая значения в интервале $(0,1)$. Это уравнение легко решается. Действительно, для этого сделаем замены

$$\begin{cases} u(\mathcal{E}) = \frac{1}{\mathcal{E}} \rho(\mathcal{E}) \\ \rho(\mathcal{E}) = \mathcal{E} u(\mathcal{E}) \\ \frac{d\rho}{d\mathcal{E}} = u(\mathcal{E}) + \mathcal{E} \frac{du}{d\mathcal{E}} \end{cases} .$$

Подставляя эти выражения в (12) получаем

$$\frac{du}{d\mathcal{E}} = \frac{h(\mathcal{E})}{\mathcal{E}^2} .$$

А это уравнение легко интегрируется

$$u(\mathcal{E}) = \int_1^{\mathcal{E}} \frac{h(x)}{x^2} dx .$$

При интегрировании используется условие, что $\rho(1)=0$. Содержательно это означает, что продукт, для которого эффект равен затратам, не дает прибыли. Таким образом, общий вид зависимости $\rho(\mathcal{E})$, обеспечивающий противозатратность по прибыли механизма формирования цены (стоимости) представляется как

$$\rho(\mathcal{E}) = \mathcal{E} \int_1^{\mathcal{E}} \frac{h(x)}{x^2} dx .$$

Для иллюстрации этого подхода рассмотрим следующий пример. Пусть $h(\mathcal{E})=k$, $0 < k < 1$. В этом простейшем случае имеем

$$\rho(\Theta) = \Theta \int_1^{\Theta} \frac{k}{x^2} dx = k(\Theta - 1).$$

Стоимость производства тогда будет определяться выражением

$$C = [1 + \rho(\Theta)]3 = 3 + k(L - 3) = (1 - k)3 + kL.$$

То есть стоимость продукта является линейной комбинацией затрат на производство и эффекта.

Идея применения линейной комбинации между минимально необходимыми затратами и максимально возможной оценкой работы будет в дальнейшем использована при разработке процедуры, предназначенной для определения объемов финансирования подразделений фирмы.

Рассмотрим теперь следующий механизм.

Предварительно для всех подразделений устанавливается единый минимальный норматив рентабельности ρ_0 (при меньшей рентабельности выполнение работ становится невыгодным для всей фирмы). То есть

$$\frac{C - \sum_{i=1}^n s_i}{\sum_{i=1}^n s_i} \geq \rho_0,$$

После этого со всех подразделений фирмы собираются оценки затрат на выполнение работ s_i , $i=1, \dots, n$. После сбора информации о затратах для каждого подразделения руководство фирмы устанавливает лимитную (максимальную) стоимость работ (максимальный объем финансирования)

$$L_i = C - (1 + \rho_0) \left(\sum_{j=1}^n s_j - s_i \right).$$

Главной особенностью лимитной стоимости работ i -го подразделения является тот факт, что она не зависит от величины оценки затрат самого этого подразделения.

На основе лимитной стоимости работ определяется лимитная рентабельность работ подразделения

$$\eta_i = \frac{L_i - s_i}{s_i}.$$

Зная минимальный ρ_0 и максимальный η_i уровни рентабельности, руководство фирмы определяет договорной уровень рентабельности $\rho_i = (1-k)\rho_0 + k\eta_i$, $k \in (0; 1)$. (13)

То есть, договорной уровень рентабельности ρ_i является линейной комбинацией между минимальным ρ_0 и максимальным η_i уровнями рентабельности.

На основе рассчитанного уровня рентабельности определяется объем финансирования

$$c_i = (1 + \rho_i)s_i. \quad (14)$$

В этом случае выражение для прибыли i -го подразделения фирмы может быть представлено в виде

$$\Pi_i = c_i - z_i - \alpha(s_i - z_i) = (1 + \rho_i)s_i - z_i - \alpha(s_i - z_i). \quad (15)$$

Или

$$\Pi_i = [(1-k)(1 + \rho_0) - \alpha]s_i + kL_i - (1 - \alpha)z_i.$$

Отсюда следует, что подразделениям фирмы невыгодно будет завышать оценки затрат на выполнение работ, если

$$1 - \alpha + (1-k)\rho_0 - k < 0.$$

Это неравенство можно переписать в виде

$$k > 1 - \frac{\alpha}{1 + \rho_0}. \quad (16)$$

С другой стороны, объем финансирования подразделения фирмы с ростом его затрат должен расти. Для того, чтобы выяснить условия выполнения этого требования запишем

$$c_i = (1 + \rho_i)s_i = [1 + (1-k)\rho_0 - k]s_i + kL_i = (1-k)(1 + \rho_0)s_i + kL_i.$$

Отсюда следует

$$(1-k)(1 + \rho_0) > 0$$

или $k < 1$.

Для реализуемости механизма необходимо, чтобы $\sum_{i=1}^n c_i \leq C$. Действительно, так как

$$\sum_{i=1}^n c_i = (1 - kn)(1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i + knC, \quad (17)$$

то из неравенства

$$(1 - kn)(1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i + knC \leq C$$

следует, что

$$(1 - kn) \left[C - (1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i \right] \geq 0.$$

Или

$$k \leq \frac{1}{n}. \quad (18)$$

Заметим здесь, что при формировании объемов финансирования на основе рассматриваемого механизма не все финансовые средства C распределяются между подразделениями фирмы, так как $\sum_{i=1}^n c_i \leq C$, в то же время при использовании принципа равных рентабельностей на финансирование подразделений расходовалась вся сумма средств C .

Покажем теперь, что договорная рентабельность каждого подразделения будет не ниже нормативной.

Для этого достаточно показать, что $\eta_i \geq \rho_0$. Действительно

$$\eta_i = \frac{C - (1 + \rho_0) \left(\sum_{j=1}^n s_j - s_i \right) - s_i}{s_i} = \frac{C - (1 + \rho_0) \sum_{j=1}^n s_j}{s_i} + \rho_0 \geq \rho_0,$$

или

$$\frac{C - (1 + \rho_0) \sum_{j=1}^n s_j}{s_i} \geq 0.$$

Это неравенство справедливо, так как $C - (1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i \geq 0$.

Таким образом, при выполнении условий (16) и (18) подразделениям фирмы не выгодно будет завышать оценки своих собственных затрат. Прибыль каждого подразделения в этом случае зависит только от фактических затрат и может быть записана в виде

$$\Pi_i = [(1-k)\rho_0 - k]z_i + kL_i = \rho_0 z_i + k \left[C - (1 + \rho_0) \sum_{j=1}^n z_j \right].$$

На рис. 16 изображены две прямые

$$k = 1 - \frac{\alpha}{1 + \rho_0}$$

и

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

Точки, находящиеся в заштрихованной области на графике удовлетворяют неравенствам (16) и (18). Поэтому эту область можно считать областью противозатратности. Отсюда следует, чтобы область противозатратности была не пуста, должно выполняться условие

$$\frac{1}{n} \geq \frac{\rho_0}{1 + \rho_0}$$

или

$$\rho_0 < \frac{1}{n-1}. \quad (19)$$

Другими словами, если k , n , α и ρ_0 таковы, что эта область не пуста, то подразделениям выгодно сообщать руководству фирмы истинные значения затрат на выполнение работ.

Заметим здесь, что последнее неравенство – это ограничение на минимальную рентабельность, в то время как при распределении финансовых средств на основе принципа равных рентабельностей выражение (11) – это ограничение на максимальную рентабельность. Нетрудно также заметить, что с ростом n область противозатратности сокращается.

Заметим здесь, что последнее неравенство – это ограничение на минимальную рентабельность, в то время как при распределении фи-

нансовых средств на основе принципа равных рентабельностей выражение (11) – это ограничение на максимальную рентабельность. Нетрудно также заметить, что с ростом n область противозатратности сокращается.

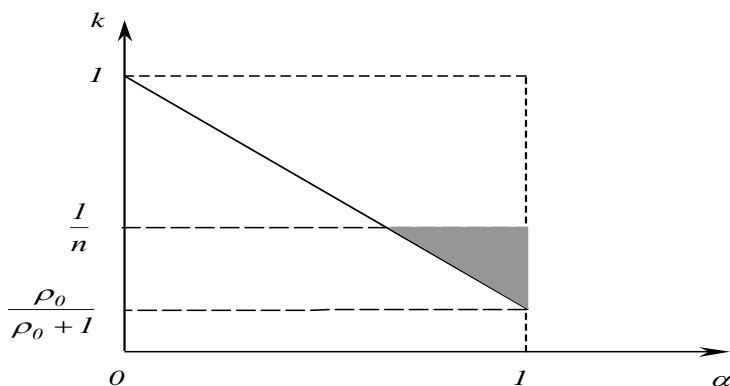


Рис. 16

Для иллюстрации действия рассматриваемого механизма распределения финансовых средств рассмотрим результаты проведенного игрового эксперимента (табл. 2). Условия эксперимента следующие: $C=1000$; $n=6$; $z_1=100$; $z_2=100$; $z_3=110$; $z_4=110$; $z_5=120$; $z_6=120$; $\rho_0=0,15$; $k=0,16$; $\alpha=0,97$.

Таблица 2

| | | | | | | | |
|------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Партия № 1 | Номер игрока | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Оценка затрат | 120 | 125 | 130 | 145 | 150 | 165 |
| | Лимитная стоимость | 177,75 | 183,50 | 189,25 | 206,50 | 212,25 | 229,50 |
| | Лимитная рентабельность | 0,481 | 0,468 | 0,456 | 0,424 | 0,42 | 0,39 |
| | Фактическая рентабельность | 0,203 | 0,201 | 0,199 | 0,194 | 0,19 | 0,19 |
| | Объем финансирования | 144,36 | 150,11 | 155,86 | 173,11 | 178,86 | 196,11 |
| | Прибыль | 24,96 | 25,86 | 26,16 | 29,16 | 29,76 | 32,46 |
| | Прибыль фирмы | 168,66 | | | | | |
| Партия № 2 | Оценка затрат | 110 | 130 | 130 | 140 | 140 | 150 |
| | Лимитная стоимость | 206,50 | 229,50 | 229,50 | 241,00 | 241,00 | 252,50 |
| | Лимитная рентабельность | 0,877 | 0,765 | 0,765 | 0,721 | 0,72 | 0,68 |
| | Фактическая рентабельность | 0,266 | 0,248 | 0,248 | 0,241 | 0,24 | 0,24 |
| | Объем финансирования | 139,30 | 162,30 | 162,30 | 173,80 | 173,80 | 185,30 |
| | Прибыль | 29,60 | 33,20 | 32,90 | 34,70 | 34,40 | 36,20 |
| | Прибыль фирмы | 201,00 | | | | | |

Окончание табл. 2

| | | | | | | | |
|---------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Партия № 3 | Оценка затрат | 100 | 140 | 135 | 150 | 130 | 130 |
| | Лимитная стоимость | 212,25 | 258,25 | 252,50 | 269,75 | 246,75 | 246,75 |
| | Лимитная рентабельность | 1,123 | 0,845 | 0,870 | 0,798 | 0,90 | 0,90 |
| | Фактическая рентабельность | 0,306 | 0,261 | 0,265 | 0,254 | 0,27 | 0,27 |
| | Объем финансирования | 130,56 | 176,56 | 170,81 | 188,06 | 165,06 | 165,06 |
| | Прибыль | 30,56 | 37,76 | 36,56 | 39,26 | 35,36 | 35,36 |
| | Прибыль фирмы | 214,86 | | | | | |
| Партия № 4 | Оценка затрат | 100 | 150 | 140 | 170 | 140 | 150 |
| | Лимитная стоимость | 137,5 | 195,0 | 183,5 | 218,0 | 183,5 | 195,0 |
| | Лимитная рентабельность | 0,375 | 0,300 | 0,311 | 0,282 | 0,31 | 0,30 |
| | Фактическая рентабель- | 0,186 | 0,174 | 0,176 | 0,171 | 0,18 | 0,17 |
| | Объем финансирования | 118,6 | 176,1 | 164,6 | 199,1 | 164,6 | 176,1 |
| | Прибыль | 18,60 | 27,60 | 25,50 | 30,90 | 25,20 | 27,00 |
| | Прибыль фирмы | 154,80 | | | | | |
| Партия № 5 | Оценка затрат | 110 | 140 | 120 | 145 | 130 | 135 |
| | Лимитная стоимость | 229,5 | 264,0 | 241,0 | 269,7 | 252,5 | 258,2 |
| | Лимитная рентабельность | 1,086 | 0,886 | 1,008 | 0,860 | 0,94 | 0,91 |
| | Фактическая рентабель- | 0,300 | 0,268 | 0,287 | 0,264 | 0,28 | 0,27 |
| | Объем финансирования | 142,9 | 177,4 | 154,4 | 183,2 | 165,9 | 171,7 |
| | Прибыль | 33,28 | 38,68 | 34,78 | 39,28 | 36,28 | 37,18 |
| | Прибыль фирмы | 219,48 | | | | | |
| Партия № 6 | Номер игрока | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Оценка затрат | 100 | 100 | 110 | 110 | 120 | 120 |
| | Лимитная стоимость | 356,0 | 356,0 | 367,5 | 367,5 | 379,0 | 379,0 |
| | Лимитная рентабельность | 2,560 | 2,560 | 2,341 | 2,341 | 2,16 | 2,16 |
| | Фактическая рентабель- | 0,536 | 0,536 | 0,501 | 0,501 | 0,47 | 0,47 |
| | Объем финансирования | 153,5 | 153,5 | 165,0 | 165,0 | 176,5 | 176,5 |
| | Прибыль | 53,56 | 53,56 | 55,06 | 55,06 | 56,56 | 56,56 |
| Прибыль фирмы | 330,36 | | | | | | |
| Партия № 7 | Оценка затрат | 110 | 100 | 110 | 110 | 120 | 120 |
| | Лимитная стоимость | 356,0 | 344,5 | 356,0 | 356,0 | 367,5 | 367,5 |
| | Лимитная рентабельность | 2,236 | 2,445 | 2,236 | 2,236 | 2,06 | 2,06 |
| | Фактическая рентабель- | 0,484 | 0,517 | 0,484 | 0,484 | 0,46 | 0,46 |
| | Объем финансирования | 163,2 | 151,7 | 163,2 | 163,2 | 174,7 | 174,7 |
| | Прибыль | 53,52 | 51,72 | 53,22 | 53,22 | 54,72 | 54,72 |
| | Прибыль фирмы | 321,12 | | | | | |

Окончание табл. 2

| | | | | | | | |
|------------|-------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Партия № 8 | Оценка затрат | 100 | 100 | 130 | 110 | 120 | 120 |
| | Лимитная стоимость | 333,0 | 333,0 | 367,5 | 344,5 | 356,0 | 356,0 |
| | Лимитная рентабельность | 2,330 | 2,330 | 1,827 | 2,132 | 1,97 | 1,97 |
| | Фактическая рентабель- | 0,499 | 0,499 | 0,418 | 0,467 | 0,44 | 0,44 |
| | Объем финансирования | 149,8 | 149,8 | 184,3 | 161,3 | 172,8 | 172,8 |
| | Прибыль | 49,88 | 49,88 | 54,98 | 51,38 | 52,88 | 52,88 |
| | Прибыль фирмы | 311,88 | | | | | |
| Партия № 9 | Оценка затрат | 100 | 100 | 110 | 110 | 120 | 120 |
| | Лимитная стоимость | 356,0 | 356,0 | 367,5 | 367,5 | 379,0 | 379,0 |
| | Лимитная рентабельность | 2,560 | 2,560 | 2,341 | 2,341 | 2,16 | 2,16 |
| | Фактическая рентабель- | 0,536 | 0,536 | 0,501 | 0,501 | 0,47 | 0,47 |
| | Объем финансирования | 153,5 | 153,5 | 165,0 | 165,0 | 176,5 | 176,5 |
| | Прибыль | 53,56 | 53,56 | 55,06 | 55,06 | 56,56 | 56,56 |
| | Прибыль фирмы | 330,36 | | | | | |

Отсюда следует, что наилучшие результаты достигаются в том случае, когда подразделения фирмы сообщают достоверную информацию. В то же время искажение информации приводит к уменьшению прибыли подразделений и фирмы в целом.

6. ПРОТИВОЗАТРАТНОСТЬ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ФОНДА ОПЛАТЫ ТРУДА

Эффективность работы подразделений фирмы зависит не только от эффективности работы сотрудников (их квалификации, заинтересованности в снижении затрат и т.д.), но и от объективных условий, связанных с видом выполняемых работ.

До сих пор эффективность работы подразделения определялось показателем рентабельности, зависящим от стоимости договора и затрат подразделения. Разные подразделения объективно имеют разные соотношения между стоимостью живого труда и стоимостью материальных затрат или привлеченного труда, что ставит их в неравные условия [6].

Действительно, пусть $z_i = A_i + B_i$, где A_i – стоимость живого труда, B_i – стоимость материальных затрат или привлеченного труда, тогда

$$P_i = \rho_0(A_i + B_i) + k \left[C - (1 + \rho_0) \sum_{j=1}^n z_j \right]$$

и ΦOT_i -го подразделения можно представить в виде

$$\Phi OT_i = A_i + \mu P_i,$$

где μ – процент отчисления в ΦOT от прибыли, или

$$\Phi OT_i = (1 + \mu \rho_0) A_i + \mu \rho_0 B_i + \mu k \left[C - (1 + \rho_0) \sum_{j=1}^n z_j \right].$$

Если $A_1 = A_2$ и $B_1 > B_2$, то не трудно видеть, что $\Phi OT_1 > \Phi OT_2$.

Одинаковые условия при формировании ΦOT подразделений фирмы обеспечиваются, если при определении объема финансирования используется следующая процедура.

Для всех подразделений устанавливается единый минимальный норматив рентабельности ρ_0

Со всех подразделений фирмы собираются заявки затрат на выполнение работ:

a_i -оценка стоимости живого труда;

b_i -оценка стоимости материальных затрат или привлеченного труда.

После сбора информации о затратах для каждого подразделения руководство фирмы определяет минимальный объем финансирования

$$w_i = (1 + \rho_0)a_i + b_i.$$

Затем определяется лимитная (максимальная) стоимость работ i -го подразделения фирмы

$$L_i = C - \left(\sum_{j=1}^n w_j - w_i \right) = C - (1 + \rho_0) \left(\sum_{j=1}^n a_j - a_i \right) - \left(\sum_{j=1}^n b_j - b_i \right). \quad (20)$$

На основе лимитной стоимости работ определяется лимитная рентабельность работ подразделения

$$\eta_i = \frac{L_i - a_i - b_i}{a_i} = \frac{C - \rho_0 \left(\sum_{j=1}^n a_j - a_i \right) - \sum_{j=1}^n a_j - \sum_{j=1}^n b_j}{a_i}. \quad (21)$$

Затем руководство фирмы определяет договорной уровень рентабельности в соответствии с выражением (13)

$$\rho_i = \frac{kC + \rho_0 a_i - k \rho_0 \sum_{j=1}^n a_j - k \left(\sum_{j=1}^n a_j + \sum_{j=1}^n b_j \right)}{a_i}.$$

На основе рассчитанного уровня рентабельности определяется объем финансирования

$$c_i = (1 + \rho_i)a_i + b_i = (1 - k)(1 + \rho_0)a_i + (1 - k)b_i + kL_i. \quad (22)$$

Теперь можно определить прибыль i -го подразделения фирмы

$$\Pi_i = c_i - A_i - B_i - \alpha(a_i - A_i) - \beta(b_i - B_i).$$

или

$$\Pi_i = [(1 - k)(1 + \rho_0) - \alpha]a_i + (1 - k - \beta)b_i + kL_i - (1 - \alpha)A_i - (1 - \beta)B_i \quad (23)$$

Из последнего выражения следует, что подразделениям фирмы невыгодно будет завышать оценки затрат живого труда на выполнение работ, если выполняются условия (16) и затрат привлеченного труда, если

$$1 - k - \beta < 0.$$

Объем финансирования подразделения фирмы с ростом затрат как живого, так и привлеченного труда должен расти. Из выражения (22) следует $(1 - k) > 0$ или $k < 1$.

Нетрудно проверить, что для реализуемости рассматриваемого механизма должно выполняться неравенство (19). Действительно, так как

$$\sum_{i=1}^n c_i = (1 - kn) \left[(1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n a_i + \sum_{i=1}^n b_i \right] + knC, \quad (24)$$

то

$$(1 - kn) \left[(1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n a_i + \sum_{i=1}^n b_i \right] + knC \leq C,$$

а отсюда и следует что это неравенство справедливо, когда выполняется (19).

Здесь также легко убедиться, что договорная рентабельность каждого подразделения будет не ниже нормативной.

Таким образом, область противозатратности, в этом случае, изображается с помощью двух графиков. Один график представлен на рис. 16, а второй график изображен на рис. 17.

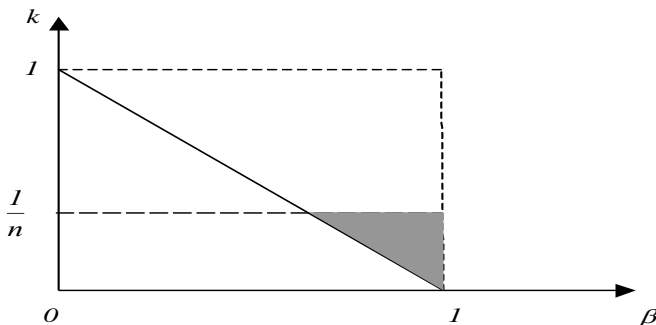


Рис. 17

Если k, n, α, β и ρ_0 таковы, что заштрихованная область на рис. 16 и рис. 17 не пусты, то подразделениям выгодно сообщать руководству фирмы истинные значения затрат на выполнение работ.

Прибыль каждого подразделения в этом случае будет представляться в виде

$$P_i = \rho_0 A_i + k \left[C - (1 + \rho_0) \sum_{j=1}^n A_j - \sum_{j=1}^n B_j \right]$$

и ФОТ i -го подразделения теперь можно будет записать как

$$\Phi OT_i = (1 + \mu \rho_0) A_i + \mu k \left[C - (1 + \rho_0) \sum_{j=1}^n A_j - \sum_{j=1}^n B_j \right].$$

А отсюда следует, что ФОТ любого подразделения определяется в первую очередь затратами живого труда этого подразделения.

Здесь также интересно отметить, что при определении объемов финансирования подразделений с учетом затрат живого и привлеченного труда общий расход средств на выполнение работ оказывается меньше, чем при учете только консолидированных затрат подразделений. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить выражения (17) и (24).

Действительно

$$(1 - kn)(1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i + knC > (1 - kn) \left[(1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n a_i + \sum_{i=1}^n b_i \right] + knC,$$

а, учитывая, что $s_i = a_i + b_i$, получаем

$$\rho_0 \sum_{i=1}^n b_i > 0,$$

откуда и следует справедливость утверждения.

Выше были приведены результаты игрового эксперимента, когда общие затраты производства не разделялись на затраты живого и привлеченного труда. Предположим теперь, что при сохранении всех начальных условий вышеприведенного эксперимента фактические затраты каждого подразделения фирмы можно представить в виде табл. 3.

Таблица 3

| | | | | | |
|-----|-------|---|-------|---|-------|
| i | Z_i | = | A_i | + | B_i |
| 1. | 100 | = | 40 | + | 60 |
| 2. | 100 | = | 60 | + | 40 |
| 3. | 110 | = | 80 | + | 30 |
| 4. | 110 | = | 60 | + | 50 |
| 5. | 120 | = | 80 | + | 40 |
| 6. | 120 | = | 40 | + | 80 |

Тогда, при сообщении всеми подразделениями достоверной информации о своих затратах на выполнение работ, ΦOT каждого подразделения был бы равен (см. табл. 4):

Таблица 4

| | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ΦOT_1 | ΦOT_2 | ΦOT_3 | ΦOT_4 | ΦOT_5 | ΦOT_6 |
| 66,78 | 86,78 | 107,53 | 87,53 | 108,28 | 68,28 |

Ниже в табл. 5 приведены результаты игрового эксперимента для тех же условий что и в предыдущем эксперименте, но максимальная стоимость работ, максимальная рентабельность, объем финансирования и прибыль определялись в соответствии с выражениями (20)-(23). В этом случае норматив дополнительных отчислений от сверхплановой прибыли за счет завышения затрат привлеченного труда берется $\beta=0,85$.

Таблица 5

| | | | | | | | |
|------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Партия № 1 | Номер игрока | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Оценка затрат живого труда | 60 | 70 | 90 | 60 | 80 | 85 |
| | Оценка затрат привлеченно- | 60 | 55 | 40 | 85 | 70 | 80 |
| | Лимитная стоимость | 227,25 | 233,75 | 241,75 | 252,25 | 260,25 | 276,00 |
| | Лимитная рентабельность | 1,788 | 1,554 | 1,242 | 1,788 | 1,378 | 1,306 |
| | Фактическая рентабельность | 0,412 | 0,375 | 0,325 | 0,412 | 0,347 | 0,335 |
| | Объем финансирования | 144,72 | 151,22 | 159,22 | 169,72 | 177,72 | 193,47 |
| | Прибыль | 25,32 | 28,77 | 31,02 | 29,97 | 32,22 | 29,82 |
| | ФОТ | 52,66 | 74,385 | 95,51 | 74,985 | 96,11 | 54,91 |
| Партия № 2 | Оценка затрат живого труда | 50 | 80 | 80 | 60 | 80 | 70 |
| | Оценка затрат привлеченно- | 60 | 50 | 50 | 80 | 60 | 80 |
| | Лимитная стоимость | 254,50 | 279,00 | 279,00 | 286,00 | 289,00 | 297,50 |
| | Лимитная рентабельность | 2,890 | 1,863 | 1,863 | 2,433 | 1,863 | 2,107 |
| | Фактическая рентабельность | 0,588 | 0,424 | 0,424 | 0,515 | 0,424 | 0,463 |
| | Объем финансирования | 139,42 | 163,92 | 163,92 | 170,92 | 173,92 | 182,42 |
| | Прибыль | 29,72 | 36,02 | 36,92 | 35,42 | 36,92 | 33,32 |
| | ФОТ | 54,86 | 78,01 | 98,46 | 77,71 | 98,46 | 56,66 |

Продолжение табл. 5

| | | | | | | | |
|------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Партия № 3 | Оценка затрат живого труда | 40 | 60 | 80 | 60 | 80 | 50 |
| | Оценка затрат привлеченно- | 60 | 80 | 55 | 90 | 50 | 80 |
| | Лимитная стоимость | 265,50 | 308,50 | 306,50 | 318,50 | 301,50 | 297,00 |
| | Лимитная рентабельность | 4,138 | 2,808 | 2,144 | 2,808 | 2,144 | 3,340 |
| | Фактическая рентабельность | 0,788 | 0,575 | 0,469 | 0,575 | 0,469 | 0,660 |
| | Объем финансирования | 131,52 | 174,52 | 172,52 | 184,52 | 167,52 | 163,02 |
| | Прибыль | 31,52 | 40,52 | 41,27 | 40,52 | 39,02 | 33,32 |
| | ФОТ | 55,76 | 80,26 | 100,63 | 80,26 | 99,51 | 56,66 |
| Партия № 4 | Номер игрока | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Оценка затрат живого труда | 40 | 60 | 90 | 70 | 90 | 70 |
| | Оценка затрат привлеченного труда | 60 | 90 | 50 | 100 | 50 | 80 |
| | Лимитная стоимость | 193,00 | 246,00 | 240,50 | 267,50 | 240,50 | 247,50 |
| | Лимитная рентабельность | 2,325 | 1,600 | 1,117 | 1,393 | 1,117 | 1,393 |
| | Фактическая рентабель- | 0,498 | 0,382 | 0,305 | 0,349 | 0,305 | 0,349 |
| | Объем финансирования | 119,92 | 172,92 | 167,42 | 194,42 | 167,42 | 174,42 |
| | Прибыль | 19,92 | 30,42 | 30,72 | 32,22 | 29,22 | 25,32 |
| ФОТ | 49,96 | 75,21 | 95,36 | 76,11 | 94,61 | 52,66 | |
| Партия № 5 | Оценка затрат живого труда | 40 | 60 | 85 | 80 | 90 | 55 |
| | Оценка затрат привлеченного труда | 70 | 80 | 35 | 65 | 40 | 80 |
| | Лимитная стоимость | 274,50 | 307,50 | 291,25 | 315,50 | 302,00 | 301,75 |
| | Лимитная рентабельность | 4,113 | 2,792 | 2,015 | 2,131 | 1,911 | 3,032 |
| | Фактическая рентабель- | 0,784 | 0,573 | 0,448 | 0,467 | 0,432 | 0,611 |
| | Объем финансирования | 141,36 | 174,36 | 158,11 | 182,36 | 168,86 | 168,61 |
| | Прибыль | 32,86 | 40,36 | 39,01 | 40,21 | 39,16 | 34,06 |
| | ФОТ | 56,43 | 80,18 | 99,505 | 80,105 | 99,58 | 57,03 |
| Партия № 6 | Оценка затрат живого труда | 40 | 60 | 80 | 60 | 80 | 40 |
| | Оценка затрат привлеченного труда | 60 | 40 | 30 | 50 | 40 | 80 |
| | Лимитная стоимость | 392,00 | 395,00 | 408,00 | 405,00 | 418,00 | 412,00 |
| | Лимитная рентабельность | 7,300 | 4,917 | 3,725 | 4,917 | 3,725 | 7,300 |
| | Фактическая рентабель- | 1,294 | 0,913 | 0,722 | 0,913 | 0,722 | 1,294 |
| | Объем финансирования | 151,76 | 154,76 | 167,76 | 164,76 | 177,76 | 171,76 |
| | Прибыль | 51,76 | 54,76 | 57,76 | 54,76 | 57,76 | 51,76 |
| | ФОТ | 65,88 | 87,38 | 108,88 | 87,38 | 108,88 | 65,88 |
| Партия № 7 | Оценка затрат живого труда | 50 | 60 | 80 | 60 | 80 | 40 |
| | Оценка затрат привлеченного труда | 60 | 40 | 30 | 50 | 40 | 80 |
| | Лимитная стоимость | 392,00 | 383,50 | 396,50 | 393,50 | 406,50 | 400,50 |
| | Лимитная рентабельность | 5,640 | 4,725 | 3,581 | 4,725 | 3,581 | 7,013 |
| | Фактическая рентабель- | 1,028 | 0,882 | 0,699 | 0,882 | 0,699 | 1,248 |
| | Объем финансирования | 161,42 | 152,92 | 165,92 | 162,92 | 175,92 | 169,92 |
| | Прибыль | 51,72 | 52,92 | 55,92 | 52,92 | 55,92 | 49,92 |
| | ФОТ | 65,86 | 86,46 | 107,96 | 86,46 | 107,96 | 64,96 |

Окончание табл. 5

| | | | | | | | |
|------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Партия № 8 | Номер игрока | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Оценка затрат живого | 40 | 60 | 80 | 60 | 80 | 40 |
| | Оценка затрат привлечен- | 70 | 40 | 30 | 50 | 40 | 80 |
| | Лимитная стоимость | 390,5 | 383,5 | 396,5 | 393,5 | 406,5 | 400,5 |
| | Лимитная рентабельность | 7,013 | 4,725 | 3,581 | 4,725 | 3,581 | 7,013 |
| | Фактическая рентабель- | 1,248 | 0,882 | 0,699 | 0,882 | 0,699 | 1,248 |
| | Объем финансирования | 159,9 | 152,9 | 165,9 | 162,9 | 175,9 | 169,9 |
| | Прибыль | 51,42 | 52,92 | 55,92 | 52,92 | 55,92 | 49,92 |
| | ФОТ | 65,71 | 86,46 | 107,9 | 86,46 | 107,9 | 64,96 |
| Партия № 9 | Оценка затрат живого | 40 | 60 | 80 | 60 | 80 | 40 |
| | Оценка затрат привлечен- | 60 | 40 | 30 | 50 | 40 | 80 |
| | Лимитная стоимость | 392,0 | 395,0 | 408,0 | 405,0 | 418,0 | 412,0 |
| | Лимитная рентабельность | 7,300 | 4,917 | 3,725 | 4,917 | 3,725 | 7,300 |
| | Фактическая рентабель- | 1,294 | 0,913 | 0,722 | 0,913 | 0,722 | 1,294 |
| | Объем финансирования | 151,7 | 154,7 | 167,7 | 164,7 | 177,7 | 171,7 |
| | Прибыль | 51,76 | 54,76 | 57,76 | 54,76 | 57,76 | 51,76 |
| | ФОТ | 65,88 | 87,38 | 108,8 | 87,38 | 108,8 | 65,88 |

Результаты игрового эксперимента показывают, что при равных затратах живого труда подразделения имеют одинаковые *ФОТ*, и в тоже время подразделениям не выгодно завышать свои затраты на выполнение работ. Одновременно с этим отметим, что суммарный объем финансирования работ равен 988,56, в то время как, в случае не разделения затрат на живой и привлеченный труд суммарный объем финансирования работ был равен 990,36.

7. ИЕРАРХИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Предположим, что из n подразделений фирмы одно из подразделений назначается головным. Для определенности будем считать, что головным подразделение является подразделение под номером n , и остальные $(n-1)$ подразделения заключают договоры на выполнение работ с n -м подразделением. Процедура определения объемов финансирования происходит следующим образом. На первом шаге первые $(n-1)$ подразделений сообщают оценки своих затрат на выполнение работ. Тогда лимитная стоимость работ головного $(n$ -го) подразделения определяется выражением

$$L_n = C - (I + \rho_o) \sum_{j=1}^{n-1} s_j .$$

Соответственно, лимитная рентабельность работ n -го подразделения равна

$$\eta_n = \frac{L_n - s_n}{s_n} = \frac{C - (I + \rho_o) \sum_{j=1}^{n-1} s_j - s_n}{s_n} .$$

Договорной уровень рентабельности головного подразделения представляется в виде

$$\rho_n = (1-k)\rho_o + k\eta_n, \quad k \in (0; 1).$$

На основе договорного уровня рентабельности определяется объем финансирования головного подразделения

$$c_n = (I + \rho_n) s_n .$$

В этом случае общий объем финансирования остальных подразделений-соисполнителей будет равен $(C - c_n)$.

Соответственно лимитная стоимость работ i -го подразделения-соисполнителя $(i=1, \dots, n-1)$ может быть записан как

$$L_i = C - c_n - (I + \rho_o) \left(\sum_{j=1}^{n-1} s_j - s_i \right),$$

а лимитная рентабельность работ i -го подразделения

$$\eta_i = \frac{L_i - s_i}{s_i} = \frac{C - c_n - (1 + \rho_0) \left(\sum_{j=1}^{n-1} s_j - s_i \right) - s_i}{s_i}.$$

Договорной уровень рентабельности i -го подразделения определяется в соответствии с выражением (13), а объем финансирования – в соответствии с выражением (14).

Учитывая (15), прибыль головного подразделения может быть представлена в виде

$$\Pi_n = [(1-k)(1+\rho_0) - \alpha]s_n + kC - (1-\alpha)z_i - k \left(1 + \rho_0\right) \sum_{j=1}^{n-1} s_j.$$

Отсюда следует, что головному подразделению не выгодно завышать оценку затрат, если выполняется неравенство (16). То есть, для головного подразделения необходимо выполнение такого же условия, как и для всех подразделений фирмы при отсутствии дополнительно введенной искусственной иерархии.

Выражение для прибыли i -го подразделения ($i=1, \dots, n-1$) в соответствии с выражением (15) можно записать как

$$\Pi_i = [(1-k+k^2)(1+\rho_0) - \alpha]s_i + k(1-k) \left[C - (1 + \rho_0) \left(\sum_{j=1}^n s_j - s_i \right) \right] - (1-\alpha)z_i.$$

Следовательно, подразделениям – соисполнителям невыгодно будет завышать оценки затрат на выполнение работ, если

$$(1-k+k^2)(1+\rho_0) - \alpha < 0$$

или

$$\left(k - \frac{1}{2} \right)^2 < \frac{\alpha}{1 + \rho_0} - \frac{3}{4}.$$

Отсюда имеем

$$\alpha > \frac{3}{4}(1 + \rho_0)$$

И, соответственно,

$$\frac{1}{2} - \sqrt{\frac{\alpha}{1 + \rho_0} - \frac{3}{4}} < k < \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{\alpha}{1 + \rho_0} - \frac{3}{4}} \quad (25)$$

Таким образом если неравенства (16) и (25) справедливы, то подразделениям фирмы было не выгодно завышать оценки затрат на выполнение работ. Более того, легко проверить, что условие противозатратности обеспечивается при выполнении одного неравенство (25). Другими словами, неравенство (16) выполняется всегда, когда справедливо (25).

Для реализуемости механизма необходимо, чтобы $\sum_{i=1}^n c_i \leq C$. Действительно,

$$\sum_{i=1}^n c_i = (1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i [1 - kn + k^2(n-1)] + [kn - k^2(n-1)]C \quad (26)$$

или

$$[1 - kn + k^2(n-1)] \times \left[C - (1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i \right] \geq 0 \quad (27)$$

Так как $C - (1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i \geq 0$, то неравенство (27) справедливо, когда

$$1 - kn + k^2(n-1) \geq 0$$

или

$$\left(\frac{1}{n-1} - k \right) (1 - k) \geq 0.$$

Отсюда следует, $k \leq \frac{1}{n-1}$.

Сравним суммарный объем финансирования за выполнение работ при выделении головного подразделения с объемом финансирования, для случая, когда дополнительная иерархия не организуется. То есть, сравним выражение (17) с выражением (26).

Пусть

$$(1 - kn)(1 + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i + knC >$$

$$> (I + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i [I - kn + k^2(n-1)] + [kn - k^2(n-1)]C$$

После ряда простых преобразований получаем

$$C - (I + \rho_0) \sum_{i=1}^n s_i > 0.$$

А это неравенство справедливо по условию. Таким образом, иерархическая система позволяет сократить размеры финансирования на выполнение работ.

Заштрихованная область на рис. 18 является областью противозатратности для случая, когда выделено одно подразделение в качестве головного.

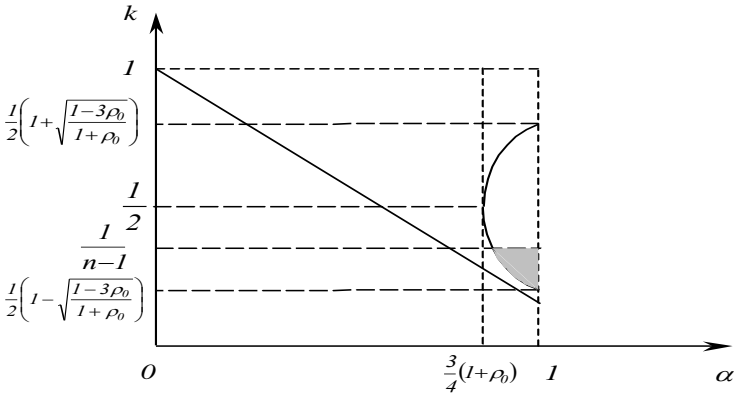


Рис. 18

Легко видеть, чтобы область противозатратности была не пуста, должно выполняться условие

$$\frac{1}{n-1} > \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{1-3\rho_0}{1+\rho_0}} \right).$$

Отсюда легко получить, что

$$\rho_0 < \frac{n-2}{n^2-3n+3}. \quad (28)$$

Сравнивая условия (19) и (28) можем утверждать, что последнее неравенство является более ограничительным на минимальный уровень

рентабельности. Появление более сильного ограничения при введении иерархии среди подразделений можно рассматривать как своеобразную плату за сокращение общего объема финансирования выполнения работ на фирме.

Иллюстрацию действия механизма распределения финансовых средств, в сформированной иерархической системе, можно увидеть в результатах игрового эксперимента в таблице 6. Условия эксперимента следующие: $C=1000$; $n=6$; $z_1=100$; $z_2=100$; $z_3=110$; $z_4=110$; $z_5=120$; $z_6=120$; $\rho_0=0,15$; $k=0,195$; $\alpha=0,97$. Шестое подразделение является головным.

Таблица 6

| | | | | | | | |
|------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Партия № 1 | Номер игрока | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Оценка затрат | 120 | 125 | 130 | 145 | 150 | 165 |
| | Лимитная стоимость | 170,00 | 175,75 | 181,50 | 198,75 | 204,50 | 229,50 |
| | Лимитная рентабельность | 0,417 | 0,406 | 0,396 | 0,371 | 0,363 | 0,391 |
| | Фактическая рентабельность | 0,202 | 0,200 | 0,198 | 0,193 | 0,192 | 0,197 |
| | Объем финансирования | 144,24 | 149,99 | 155,74 | 172,99 | 178,74 | 197,50 |
| | Прибыль | 24,84 | 25,74 | 26,34 | 29,04 | 29,64 | 33,85 |
| | Прибыль фирмы | 169,45 | | | | | |
| Партия № 2 | Оценка затрат | 110 | 130 | 130 | 140 | 140 | 150 |
| | Лимитная стоимость | 190,90 | 213,90 | 213,90 | 225,40 | 225,40 | 252,50 |
| | Лимитная рентабельность | 0,735 | 0,645 | 0,645 | 0,610 | 0,610 | 0,683 |
| | Фактическая рентабельность | 0,264 | 0,247 | 0,247 | 0,240 | 0,240 | 0,254 |
| | Объем финансирования | 139,06 | 162,06 | 162,06 | 173,56 | 173,56 | 188,10 |
| | Прибыль | 29,36 | 32,96 | 32,66 | 34,46 | 34,16 | 39,00 |
| | Прибыль фирмы | 202,59 | | | | | |
| Партия № 3 | Оценка затрат | 100 | 140 | 135 | 150 | 130 | 130 |
| | Лимитная стоимость | 193,29 | 239,29 | 233,54 | 250,79 | 227,79 | 246,75 |
| | Лимитная рентабельность | 0,933 | 0,709 | 0,730 | 0,672 | 0,752 | 0,898 |
| | Фактическая рентабельность | 0,303 | 0,259 | 0,263 | 0,252 | 0,267 | 0,296 |
| | Объем финансирования | 130,27 | 176,27 | 170,52 | 187,77 | 164,77 | 168,46 |
| | Прибыль | 30,27 | 37,47 | 36,27 | 38,97 | 35,07 | 38,76 |
| | Прибыль фирмы | 216,79 | | | | | |
| Партия № 4 | Оценка затрат | 100 | 150 | 140 | 170 | 140 | 150 |
| | Лимитная стоимость | 133,11 | 190,61 | 179,11 | 213,61 | 179,11 | 195,00 |
| | Лимитная рентабельность | 0,331 | 0,271 | 0,279 | 0,257 | 0,279 | 0,300 |
| | Фактическая рентабельность | 0,185 | 0,174 | 0,175 | 0,171 | 0,175 | 0,179 |
| | Объем финансирования | 118,53 | 176,03 | 164,53 | 199,03 | 164,53 | 176,89 |
| | Прибыль | 18,53 | 27,53 | 25,43 | 30,83 | 25,13 | 27,79 |
| | Прибыль фирмы | 155,25 | | | | | |

Окончание табл. 6

| | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Партия № 5 | Номер игрока | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | Оценка затрат | 110 | 140 | 120 | 145 | 130 | 135 |
| | Лимитная стоимость | 209,42 | 243,92 | 220,92 | 249,67 | 232,42 | 258,25 |
| | Лимитная рентабельность | 0,904 | 0,742 | 0,841 | 0,722 | 0,788 | 0,913 |
| | Фактическая рентабельность | 0,297 | 0,265 | 0,285 | 0,262 | 0,274 | 0,299 |
| | Объем финансирования | 142,67 | 177,17 | 154,17 | 182,92 | 165,67 | 175,34 |
| | Прибыль | 32,97 | 38,37 | 34,47 | 38,97 | 35,97 | 40,79 |
| | Прибыль фирмы | 221,53 | | | | | |
| Партия № 6 | Оценка затрат | 100 | 100 | 110 | 110 | 120 | 120 |
| | Лимитная стоимость | 309,01 | 309,01 | 320,51 | 320,51 | 332,01 | 379,00 |
| | Лимитная рентабельность | 2,090 | 2,090 | 1,914 | 1,914 | 1,767 | 2,158 |
| | Фактическая рентабельность | 0,528 | 0,528 | 0,494 | 0,494 | 0,465 | 0,542 |
| | Объем финансирования | 152,83 | 152,83 | 164,33 | 164,33 | 175,83 | 185,00 |
| | Прибыль | 52,83 | 52,83 | 54,33 | 54,33 | 55,83 | 65,00 |
| | Прибыль фирмы | 335,15 | | | | | |
| | Партия № 7 | Оценка затрат | 110 | 100 | 110 | 110 | 120 |
| Лимитная стоимость | | 311,25 | 299,75 | 311,25 | 311,25 | 322,75 | 367,50 |
| Лимитная рентабельность | | 1,830 | 1,997 | 1,830 | 1,830 | 1,690 | 2,063 |
| Фактическая рентабельность | | 0,478 | 0,510 | 0,478 | 0,478 | 0,450 | 0,523 |
| Объем финансирования | | 162,53 | 151,03 | 162,53 | 162,53 | 174,03 | 182,75 |
| Прибыль | | 52,83 | 51,03 | 52,53 | 52,53 | 54,03 | 62,75 |
| Прибыль фирмы | | 325,68 | | | | | |
| Партия № 8 | | Оценка затрат | 100 | 100 | 130 | 110 | 120 |
| | Лимитная стоимость | 290,49 | 290,49 | 324,99 | 301,99 | 313,49 | 356,00 |
| | Лимитная рентабельность | 1,905 | 1,905 | 1,500 | 1,745 | 1,612 | 1,967 |
| | Фактическая рентабельность | 0,492 | 0,492 | 0,413 | 0,461 | 0,435 | 0,504 |
| | Объем финансирования | 149,22 | 149,22 | 183,72 | 160,72 | 172,22 | 180,51 |
| | Прибыль | 49,22 | 49,22 | 54,32 | 50,72 | 52,22 | 60,51 |
| | Прибыль фирмы | 316,21 | | | | | |
| | Партия № 9 | Оценка затрат | 100 | 100 | 110 | 110 | 120 |
| Лимитная стоимость | | 309,01 | 309,01 | 320,51 | 320,51 | 332,01 | 379,00 |
| Лимитная рентабельность | | 2,090 | 2,090 | 1,914 | 1,914 | 1,767 | 2,158 |
| Фактическая рентабельность | | 0,528 | 0,528 | 0,494 | 0,494 | 0,465 | 0,542 |
| Объем финансирования | | 152,83 | 152,83 | 164,33 | 164,33 | 175,83 | 185,00 |
| Прибыль | | 52,83 | 52,83 | 54,33 | 54,33 | 55,83 | 65,00 |
| Прибыль фирмы | | 335,15 | | | | | |

Из приведенных результатов следует, что наилучших показателей подразделения фирмы достигают при сообщении достоверной информации о своих затратах на выполнение работ. Одновременно с этим

отметим, что наибольшую прибыль получает и вся фирма в целом. Более того, сообщение достоверной информации обеспечивает наименьший суммарный объем финансирования работ.

Здесь также следует отметить, что введение иерархии создает головному подразделению более благоприятные условия функционирования если не учитывать затрат на руководство выполнением всей работы в целом.

Действительно, предположим, что затраты на выполнение работы головным подразделением равны z_n , а затраты подразделения-соисполнителя равны z_{n-1} , причем $z_n = z_{n-1}$, тогда нетрудно убедиться, что

$$c_n - c_{n-1} = k(L_n - L_{n-1}) = k^2 \left[C - (1 + \rho_o) \sum_{j=1}^n z_j \right]. \quad (29)$$

То есть объем финансирования головного подразделения всегда больше объема финансирования подразделения-соисполнителя при одинаковых затратах на выполнение работ. А при сообщении всеми подразделениями фирмы достоверной информации разница в финансировании определяется величиной (29). Так, в проведенном эксперименте затраты на выполнение работ пятым и шестым подразделением были одинаковыми, разница в финансировании составила 9,164 или 5,2%.

8. СТИМУЛИРОВАНИЕ КОЛЛЕКТИВА ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

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, за счет сокращения брака выпускаемой продукции, за счет сокращения сроков выполнения работ и т.д. [16, 17].

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. [18].

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 оплаты 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) [19, 20].

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, что, 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 $r_i, i=1, \dots, n$ – 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 $P_i = \delta_i \Phi$.

Отметим, что каждый элемент оценивает результат своей деятельности не по размеру полученной премии, а путем сравнения этой пре-

мии 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 эффектив-

ности, 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 $k_1 = k_2 = \dots = k_n = k$ будем считать относящимся к однородному коллективу. 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

сти $\sum_j^n x_j^*$, 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 *ПР №1* \succ *ПР №2*, то есть процедура распределения №1 эффективнее процедуры распределения №2.

9. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕМИИ В ОДНОРОДНОМ КОЛЛЕКТИВЕ

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

$$\varphi_i = \delta_i \Phi - kx_i.$$

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 $r_1 = r_2 = \dots = r_n$, поэтому

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

Соответственно,

$$\varphi_i = \frac{1}{n} \Phi - kx_i. \quad (30)$$

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

$$\delta_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (31)$$

и

$$\varphi_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^n x_j} \Phi - kx_i. \quad (32)$$

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 (32). Эффективностью функционирования системы оценивается по суммарному показателю эффективности в ситуации равновесия по Нэшу [13]. Для нахождения значений показателей эффективности x_i^* в ситуации равновесия по Нэшу необходимо решить систему уравнений

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j - x_i}{\left(\sum_{j=1}^n x_j \right)^2} \Phi - k = 0, \quad i=1, \dots, n.$$

Отсюда

$$x_i^* = \frac{\Phi(n-1)}{kn^2}, \quad (33)$$

что означает, что в ситуации равновесия все элементы достигают одинаковых показателей эффективности, и соответственно,

$$\sum_{j=1}^n x_j^* = nx^* = \frac{\Phi(n-1)}{kn} \quad (34)$$

Значение целевой функции i -го элемента определяется выражением

$$\varphi_i = \frac{\Phi}{n^2}.$$

Из (33) 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 $x_i^* \leq x^{max}$.

В работе рассматривается случай

$$\frac{\Phi}{n} - kx^{max} \geq 0.$$

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

$$\Phi_{min} = \frac{n^2 k x^{max}}{(n-1)}. \quad (35)$$

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 (32) нетрудно определить положение цели i -го автомата. В k -й партии оно определяется выражением

$$\tilde{x}_i^k = \sqrt{\frac{\Phi}{k} \sum_{j \neq i}^n x_j^k - \sum_{j \neq i}^n x_j^k}$$

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. 19 приведены графики изменения стратегий участников игрового эксперимента. А на рис. 20 график, изменения суммарного значения показателя эффективности.

Из графика на рис. 19 следует, что, аналитические результаты, практически, полностью соответствуют результатам игрового эксперимента.

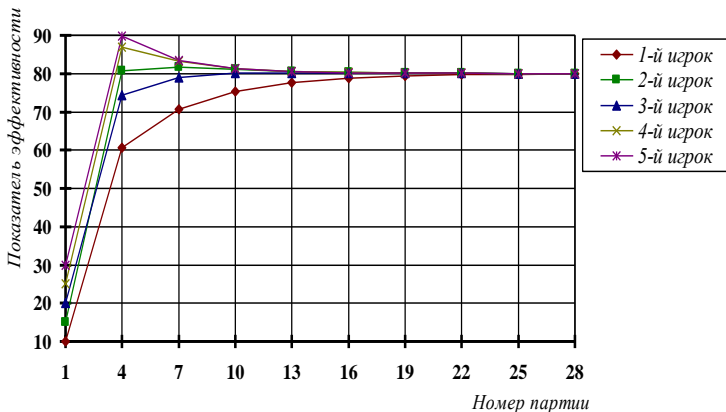


Рис. 19

А график на рис. 20 показывает, что уже к десятой партии суммарное значение показателя эффективности соответствует его значению в ситуации равновесия по Нэшу.

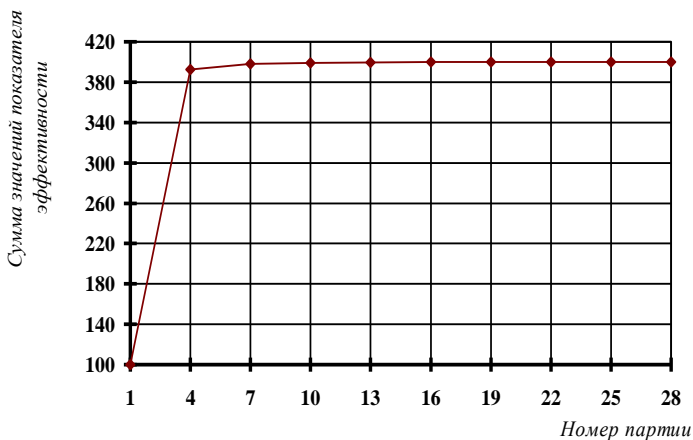


Рис. 20

Теперь ставится вопрос. Возможно ли достигнуть более высоких результатов деятельности в однородном коллективе, не увеличивая фонд премирования Φ ?

Один из подходов к решению этой задачи заключается в следующем. Предположим, что коллектив, состоящий из n элементов, разбит на m подколлективов по n_j элементов в каждом, $j=1, \dots, m$. Соответственно, фонд Φ разбит на m подфондов Φ_j , $j=1, \dots, m$. Из (32) следует, что в ситуации равновесия по Нэшу показатель эффективности элемента, входящего в j -й подколлектив, можно записать как

$$\tilde{x}_j^* = \frac{\Phi_j(n_j - 1)}{kn_j^2}.$$

Соответственно, суммарный показатель эффективности работы всего j -го подколлектива равен

$$n_j \tilde{x}_j^* = \frac{\Phi_j(n_j - 1)}{kn_j}.$$

Наконец, суммарный показатель эффективности всего коллектива определяется выражением

$$\sum_{j=1}^m n_j \tilde{x}_j^* = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^m \Phi_j \left(1 - \frac{1}{n_j} \right) = \frac{\Phi}{k} - \frac{1}{k} \sum_{j=1}^m \frac{\Phi_j}{n_j}. \quad (36)$$

Теперь необходимо рассчитать, какое количество элементов должно находиться в каждой подгруппе, чтобы суммарный показатель эффективности достигал максимального значения. Формально запись этой задачи можно представить в виде

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^m \frac{\Phi_j}{n_j} \rightarrow \min \\ \sum_{j=1}^m n_j = n \end{cases}. \quad (37)$$

Решая эту задачу, получаем

$$\hat{n}_j = \frac{\sqrt{\Phi_j}}{\sum_{j=1}^m \sqrt{\Phi_j}} n. \quad (38)$$

Будем считать, что Φ_j таковы, что \hat{n}_j -целые числа. Подставляя в (36), выражения для \hat{n}_j из (38), получим значение суммарного показателя эффективности коллектива

$$\sum_{j=1}^m \hat{n}_j \tilde{x}_j^* = \frac{\Phi}{k} - \frac{l}{nk} \left(\sum_{j=1}^m \sqrt{\Phi_j} \right)^2. \quad (39).$$

Сравним теперь суммарный показатель эффективности до разбиения однородного коллектива (34) с суммарным показателем эффективности, который получается после разбиения коллектива на m подколлективов (39).

Предположим, что

$$\frac{\Phi(n-l)}{kn} \geq \frac{\Phi}{k} - \frac{l}{kn} \left(\sum_{j=1}^m \sqrt{\Phi_j} \right)^2,$$

тогда

$$\frac{l}{kn} \left(\sum_{j=1}^m \sqrt{\Phi_j} \right)^2 \geq \frac{\Phi}{k} \left(1 - \frac{n-l}{n} \right) = \frac{\Phi}{nk}$$

или

$$\left(\sum_{j=1}^m \sqrt{\Phi_j} \right)^2 \geq \Phi.$$

Равенство имеет место только в случае, когда $m=1$. Во всех остальных случаях

$$\left(\sum_{j=1}^m \sqrt{\Phi_j} \right)^2 > \Phi.$$

Следовательно, разбиение однородного коллектива не приводит к увеличению суммарного показателя эффективности работ.

Пусть количество элементов изменилось и стало равным $(n-l)$, то есть из коллектива ушел элемент под номером n , а размер премиального фонда остался прежним (не уменьшился). Покажем, каким образом уход из коллектива одного элемента влияет на суммарный показатель эффективности работы коллектива.

Используя выражение (34), определим суммарный показатель эффективности, который выполняет коллектив с количеством элементов $(n-1)$ в ситуации равновесия

$$\sum_{j=1}^{n-1} x_j^* = \frac{\Phi(n-2)}{k(n-1)}.$$

Легко показать, что

$$\frac{\Phi(n-2)}{k(n-1)} \leq \frac{\Phi(n-1)}{kn}.$$

Следовательно, сокращение однородного коллектива приводит к уменьшению суммарного показателя эффективности работы.

При этом нетрудно видеть, что показатель эффективности отдельного элемента возрастает.

Наконец, ставится следующая задача. Возможно ли повысить суммарный показатель эффективности однородного коллектива, не увеличивая фонд премирования Φ , но по-другому формируя КТУ элементов?

Пусть КТУ определяется выражением

$$\delta_i = \frac{x_i^\alpha}{\sum_{j=1}^n x_j^\alpha}, \text{ где } \alpha \geq 1. \quad (40)$$

Тогда для нахождения равновесной ситуации по Нэшу имеем

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} = \frac{\alpha x_i^{\alpha-1} (\sum_{j=1}^n x_j^\alpha - \alpha x_i^{2\alpha-1})}{(\sum_{j=1}^n x_j^\alpha)^2} \times \Phi - k = 0, \quad i = 1, \dots, n$$

или

$$\frac{x_i^{\alpha-1}}{\sum_{j=1}^n x_j^\alpha} - \frac{x_i^{2\alpha-1}}{(\sum_{j=1}^n x_j^\alpha)^2} = \frac{k}{\alpha \Phi}, \quad i = 1, \dots, n \quad (41).$$

Предположим, что в силу однородности коллектива, в ситуации равновесия по Нэшу показатели эффективности x_i^* будут у элементов одинаковы. Следовательно, из (41) имеем

$$\frac{1}{n\hat{x}^*} - \frac{1}{n^2\hat{x}^*} = \frac{k}{\alpha\Phi}$$

или

$$\sum_{j=1}^n \hat{x}_j^* = \alpha \frac{\Phi(n-1)}{kn} \quad (42)$$

соответственно,

$$\hat{x}_i^* = \alpha \frac{\Phi(n-1)}{kn^2}.$$

Сравнивая (34) и (42) можем утверждать, что при $\alpha > 1$ в ситуации равновесия по Нэшу $\hat{x}^* > x^*$.

Здесь следует отметить, что все приведенные выше рассуждения справедливы для случая, когда возможности элемента по повышению показателя эффективности не ограничены. Однако вполне естественно предположить, что на физические, умственные, эмоциональные и временные затраты существуют ограничения, обусловленные индивидуальными возможностями каждого элемента. В связи с этим можем считать, что максимальное значение показателя эффективности i -го элемента равно x_i^{max} . И соответственно, выводы, полученные выше, справедливы для случая $\hat{x}_i^* \leq x_i^{max}$.

Если для заданного α окажется, что $x_i^* > x_i^{max}$, то в этом случае i -й элемент может обеспечить достижение лишь показателя эффективности x_i^{max} . Отсюда можно найти значение α^{max} , при котором $\hat{x}^* = x^{max}$.

Действительно, из (42) следует, что

$$\alpha^{max} = \frac{kx^{max}n^2}{\Phi(n-1)}.$$

Другое ограничение на значение α можно вывести из следующих соображений.

В ситуации равновесия значение целевой функции i -го элемента определяется выражением

$$\varphi_i = \frac{\Phi}{n} \left(1 - \alpha \frac{n-1}{n} \right) > 0.$$

Поэтому

$$\alpha \leq \frac{n}{n-1}.$$

Таким образом, использование процедуры (40) для формирования КТУ i -го элемента позволяет увеличить суммарный показатель эффективности коллектива на величину

$$\alpha \frac{\Phi(n-1)}{kn} - \frac{\Phi(n-1)}{kn} = \frac{\Phi(n-1)}{kn} (\alpha - 1) .$$

Соответственно, процент увеличения определяется величиной

$$\eta = \alpha - 1 = \frac{I}{n-1} ,$$

то есть, если коллектив состоит из 11 человек, максимально суммарный показатель эффективности можно увеличить на 10%.

При решении системы (41) было сделано предположение, что для однородного коллектива в ситуации равновесия показатель эффективности у всех элементов одинаков. Проверим это предположение путем проведения игрового эксперимента.

Условия эксперимента те же, что были в примере, рассмотренном ранее, но КТУ определяется в соответствии с выражением (40) и $\alpha=1,2$. Положение цели автомат находит из решения уравнения

$$\tilde{x}_i^{\frac{\alpha-1}{2}} \sqrt{\frac{\alpha\Phi}{k} \sum_{j \neq i}^n x_j^\alpha} = \sum_{j \neq i}^n x_j^\alpha + \tilde{x}_i^\alpha .$$

На рис. 21 представлены графики изменения стратегии автоматов, когда КТУ элементов формировался в соответствии с (40).

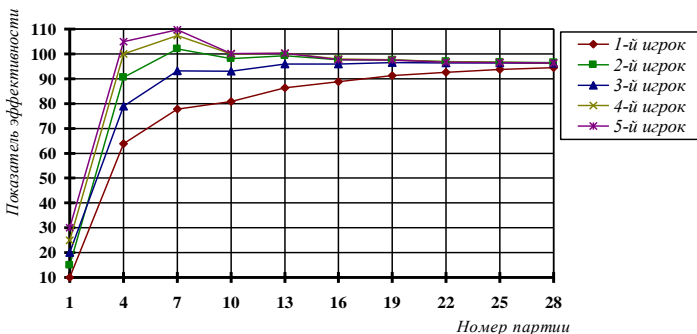


Рис. 21

А на рис. 22 график изменения суммарного значения показателей эффективности автоматов.

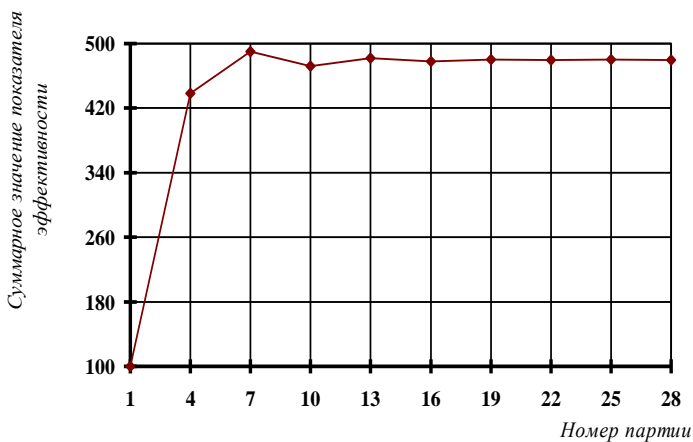


Рис. 22

Формальный анализ модели показал, что в ситуации равновесия показатели эффективности автоматов равны:

$$x_1^* = x_2^* = x_3^* = x_4^* = x_5^* = 96.$$

Из графика, изображенного на рис. 21, видно, что автоматы сошлись в ситуацию

$$x_1^* = 94,4; x_2^* = 96,45; x_3^* = 96,28; x_4^* = 96,38; x_5^* = 96,31.$$

Следует отметить, что значения показателей эффективности в имитационном эксперименте, полученные за двадцать восемь итераций отличаются от показателей эффективности, рассчитанных теоретически, всего на 1,5%.

10. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕМИИ В НЕОДНОРОДНОМ КОЛЛЕКТИВЕ

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 (31). При этом целевая функция i -го элемента имеет вид

$$\varphi_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^n x_j} \Phi - k_i x_i, \quad (43)$$

В каждом периоде функционирования элементы стремятся достичь таких показателей эффективности работы, чтобы увеличить значение своей целевой функции. Нетрудно показать, что для функции вида (43) существует ситуация равновесия по Нэшу.

Решая систему уравнений

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j - x_i}{\left(\sum_{j=1}^n x_j \right)^2} \Phi - k_i = 0, \quad i = 1, \dots, n,$$

получаем

$$\sum_{j=1}^n x_j^* = \frac{\Phi(n-1)}{\sum_{j=1}^n k_j}. \quad (44)$$

Отсюда показатель эффективности i -го элемента определяется выражением

$$x_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n k_j - k_i(n-1)}{\left(\sum_{j=1}^n k_j \right)^2} \Phi(n-1), \quad i = 1, \dots, n \quad (45)$$

При проведении игрового эксперимента также рассматривалась деятельность подразделений фирмы, состоящей из пяти человек, т.е. $n=5$. Фонд так же не изменился $\Phi=2000$. Роль участников игрового эксперимента выполняли автоматы с теми же параметрами, что и 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

$$\tilde{x}_i^k = \sqrt{\frac{\Phi}{k_i} \sum_{j \neq i}^n x_j^k} - \sum_{j \neq i}^n x_j^k$$

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. 23 приведены графики изменения стратегий участников игрового эксперимента. А на рис. 24 график, изменения суммарного значения показателя эффективности.

Из графика на рис. 23 следует, что, аналитические результаты, практически, полностью соответствуют результатам игрового эксперимента.

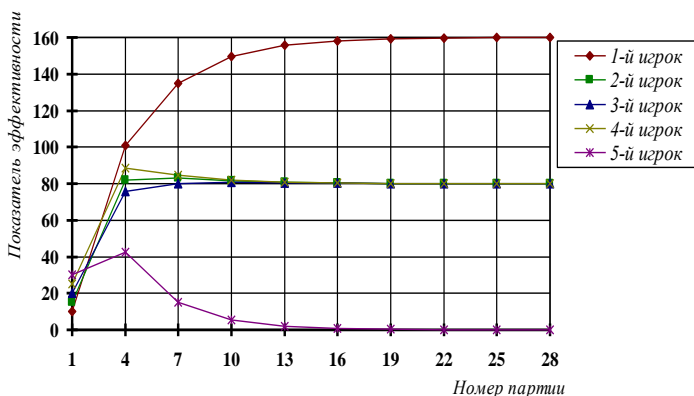


Рис. 23

Из (44) следует, что суммарное значения 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 менялось, но менялись равновесные значения показателей эффективности элементов. Это хорошо показал график изменения стратегий на рис. 23.

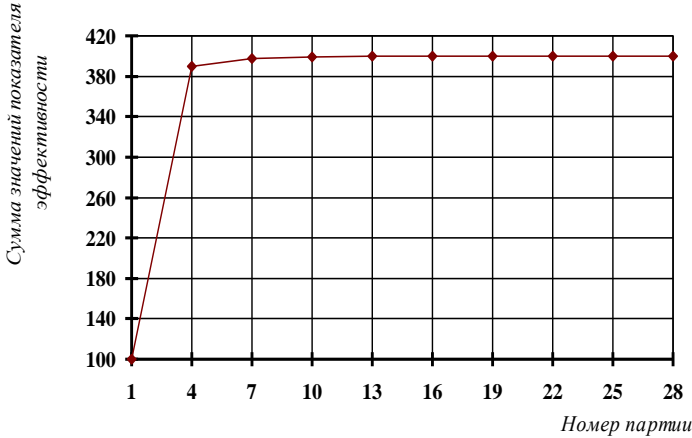


Рис. 24

А график на рис. 24 показывает, что уже к десятой партии суммарное значение показателя эффективности соответствует его значению в ситуации равновесия по Нэшу. Сравнивая графики на рис. 22 и на рис. 24 можно утверждать, что суммарное значение показателей эффективности изменялось в обоих экспериментах практически одинаково.

Предположим, что коллектив состоит из p -лидеров и $(n-p)$ рядовых элементов.

Пусть k^l – коэффициент затрат лидера, k^p – коэффициент затрат рядового элемента, соответственно, причем $k^l < k^p$.

Полагаем, что $k_1 = k_2 = \dots = k_p = k^l$ и $k_{p+1} = k_{p+2} = \dots = k_n = k^p$. Тогда

$$\sum_{j=1}^n k_j = \sum_{i=1}^p k_i + \sum_{j=p+1}^n k_j = pk^l + (n-p)k^p.$$

Используя выражение (44), найдем показатель эффективности рядового элемента x^p в равновесной ситуации

$$x^p = \frac{\Phi(n-1)}{pk^p + (n-p)k^l} \left[1 - k^l \frac{n-1}{pk^p + (n-p)k^l} \right] \quad (46)$$

Соответственно, показатель эффективности лидера x^l определяется выражением

$$x^l = \frac{\Phi(n-1)}{pk^p + (n-p)k^l} \left[1 - k^p \frac{n-1}{pk^p + (n-p)k^l} \right] \quad (47)$$

Используя выражение (44), найдем суммарный показатель эффективности коллектива

$$px^l + (n-p)x^p = \frac{\Phi(n-1)}{pk^l + (n-p)k^p} \quad (48)$$

Если в (31) положить $k=k^p$, то сравнив (46) и (33) нетрудно показать, что $x^p < x_i^*$, то есть появление в коллективе лидеров (более квалифицированных) вынуждает рядовых (менее квалифицированных) элементов снижать показатель эффективности работ.

Понятно, что снижение показателя эффективности рядовыми элементами влечет за собой и уменьшение значения их целевой функции. Но, кроме того, если бы показатель эффективности рядовых элементов остался таким же, каким он был до разбиения коллектива на p -лидеров и $(n-p)$ рядовых (то есть не снизился), то значение целевой функции рядовых элементов уменьшилось бы еще больше.

А из (46) получаем, что если количество лидеров в коллективе таково, что

$$p \geq \frac{k^p}{k^p - k^l} \quad \text{или} \quad p \geq 1 + \frac{k^l}{k^p - k^l},$$

то рядовым элементам вообще не выгодно увеличивать показатель эффективности работы.

При этом (47) принимает вид

$$x^l = \frac{\Phi(p-1)}{p^2 k}.$$

Однако при $p=1$, то есть если в коллективе есть только один лидер, рядовым элементам всегда выгодно увеличивать показатели эффективности работы.

В то же время легко показать, что появление в коллективе лидеров приводит к повышению суммарного показателя эффективности работ

всего коллектива, несмотря на снижение показателей эффективности работ рядовыми элементами, то есть справедливо неравенство

$$\frac{\Phi(n-1)}{pk^n + (n-p)k^p} > \frac{\Phi(n-1)}{k^p n} \quad (49)$$

Действительно, из (49) следует, что

$$k^p n > pk^n + (n-p)k^p$$

или

$$p(k^p - k^n) > 0.$$

Так как $k^p > k^n$, то отсюда и следует справедливость неравенства (49).

Определим минимальный размер премиального фонда Φ_{min} , который будет стимулировать все элементы максимально повышать показатели эффективности работ.

Если коллектив однороден, то все элементы имеют одинаковый коэффициент затрат k , и соответственно справедливо (33).

Определим Φ_{min} , при котором $x^p = x^{max}$.

$$x^{max} = \frac{\Phi_{min}(n-1)}{kn^2},$$

откуда

$$\Phi_{min} = \frac{kn^2 x^{max}}{n-1}.$$

Предположим, что предел физических возможностей как рядового элемента, так и лидера, одинаковы, то есть максимальный показатель эффективности работ равен x^{max} .

Из сравнения (46) и (47) следует, что $x^l > x^p$. Поэтому для того, чтобы лидеры вышли на предел своих физических возможностей, требуется меньший фонд стимулирования.

Пусть Φ таково, что $x^l = x^{max}$, а $x^p < x^{max}$. В этом случае из (32) целевая функция рядового элемента может быть представлена в виде

$$\varphi_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^{n-p} x_j + px^{max}} \Phi - k^p x_i.$$

Тогда в равновесной ситуации по Нэшу показатель эффективности рядового элемента равен

$$x^p = \frac{(n-p-1)\Phi + \sqrt{(n-p-1)^2\Phi^2 + 4px^{max}\Phi(n-p)k^p}}{2(n-p)^2k^p} - \frac{p}{n-p}x^{max}.$$

Теперь можно определить значение Φ_{min} , при котором рядовой элемент неоднородного коллектива выходит на максимум своих физических возможностей. В этом случае

$$x^{max} = \frac{(n-p-1)\Phi_{min} + \sqrt{(n-p-1)^2\Phi_{min}^2 + 4px^{max}\Phi_{min}(n-p)k^p}}{2(n-p)^2k^p} - \frac{p}{n-p}x^{max}.$$

Из этого выражения нетрудно получить

$$\Phi_{min} = \frac{k^p n^2 x^{max}}{n-1}. \quad (50)$$

Дальнейшее увеличение размера фонда не дает никакого эффекта, поскольку выше своих возможностей элементы работать не могут.

Из сравнения (35) и (50) видно, что в неоднородном коллективе минимальный размер премиального фонда, который стимулирует все элементы системы максимально увеличивать показатели эффективности работ, остается таким же, что и для однородного коллектива.

Покажем, возможно, ли дальнейшее увеличение показателей эффективности работ в коллективе в рамках того же премиального фонда Φ .

Разобьем неоднородный коллектив на два подколлектива. Пусть первый состоит из p -лидеров, а второй состоит из $(n-p)$ рядовых элементов. То есть при этом мы получили два однородных коллектива. Соответственно разобьем премиальный фонд Φ всего коллектива, именно: $\Phi = \Phi^1 + \Phi^p$. Тогда в положении равновесия по Нэшу суммарный показатель эффективности первого подколлектива равен

$$px_1^1 = \frac{\Phi^1(p-1)}{k^1 p}.$$

Суммарный показатель эффективности второго подколлектива равен

$$(n-p)x_2^p = \frac{\Phi^p(n-p-1)}{k^p(n-p)}.$$

Соответственно, общий показатель эффективности всего коллектива из n элементов равен

$$px_1^n + (n-p)x_2^p = \frac{\Phi^n(p-1)}{k^n p} + \frac{\Phi^p(n-p-1)}{k^p(n-p)}.$$

Выше было показано, что разбиение однородного коллектива на несколько подколлективов не приводит к увеличению суммарного показателя эффективности. Для неоднородного коллектива это не так.

Пусть

$$\frac{\Phi^n(p-1)}{k^n p} + \frac{\Phi^p(n-p-1)}{k^p(n-p)} \geq \frac{(\Phi^p + \Phi^n)(n-1)}{pk^n + (n-p)k^p}.$$

В результате ряда преобразований получаем

$$\frac{\Phi^n}{\Phi^p} > \frac{\frac{k^n}{k^p} p^2 \left[(n-p) \left(1 - \frac{k^n}{k^p} \right) + \frac{k^n}{k^p} \right]}{(n-p)^2 \left[p \left(1 - \frac{k^n}{k^p} \right) + \frac{k^n}{k^p} \right]} \quad (51)$$

Таким образом, разбиение неоднородного коллектива на два подколлектива приводит к увеличению их суммарного показателя эффективности работы, если справедливо (51).

Неравенство (51) приобретает более простой вид, если $p = \frac{n}{2}$, то есть в коллективе находится половина лидеров и половина рядовых. Тогда неравенство (51) может быть записано в виде

$$\frac{\Phi^n}{\Phi^p} > \frac{k^n}{k^p}.$$

А так как $\frac{k^n}{k^p} < 1$, то разбиение фонда Φ пополам приводит к увеличению суммарного показателя эффективности работ.

Выше было показано, что сокращение однородного коллектива приводит к уменьшению суммарного показателя эффективности работы коллектива. Рассмотрим данную задачу для неоднородного коллектива.

Пусть количество элементов в неоднородном коллективе изменилось и стало равным $(n-1)$, то есть из коллектива ушел элемент под номером n , а размер премиального фонда остался прежним (не уменьшился). Покажем, каким образом уход из бригады одного рядового элемента влияет на суммарный показатель эффективности работы коллектива.

Используя выражение (48), определим суммарный показатель эффективности, который выполняет коллектив с количеством элементов $(n-1)$ в ситуации равновесия

$$\sum_{j=1}^{n-1} x_j^* = \frac{\Phi(n-2)}{pk^n + (n-p-1)k^p} \quad (52)$$

Сравнив выражения (52) и (48) в результате ряда преобразований имеем

$$\frac{k^n}{k^p} \leq \frac{p-1}{p} \quad \text{или} \quad \frac{k^n}{k^p} \leq 1 - \frac{1}{p} \quad (53)$$

Таким образом, уход из неоднородного коллектива одного рядового элемента приводит к повышению суммарного показателя эффективности работы, если выполняется условие (53).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрены базовые модели и механизмы внутрифирменного управления. Использование таких механизмов в практике управления фирмой позволит выявить их внутренние резервы, что позволит достичь более высоких результатов с меньшими затратами. Естественно, что описанные здесь механизмы не охватывают все моменты, необходимые для управления фирмой, однако их применение может служить основой для принятия правильных решений.

Обоснованность принимаемых управленческих решений существенно повышается, если при этом используется метод имитационных игр, позволяющий, с одной стороны, проверить на модели правильность принятого решения, а с другой, служит средством обучения. В работе приведены результаты ряда имитационных игр, с помощью которых проверяются или обосновываются принимаемые решения.

Одной из задач дальнейших исследований является развитие базовых моделей и механизмов на более сложные и реальные ситуации.

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.]. Воронеж: Воронежская государственная архитектурно-строительная академия, 2000.
13. Большие системы: моделирование организационных механизмов / В.Н. Бурков, Б. Данев, А.К. Еналеев [и др.]. М.: Наука, 1989.
14. Бурков В.Н., Кашенков А.Р. Противозатратные механизмы управления научными исследованиями и разработками / Совершенствование организационно-экономического механизма управления дея-

- тельностью научно-исследовательских и проектно-конструкторских учреждений. М.: МДНТП, 1988.
15. Бурков В.Н., Кашенков А.Р. Принципы построения противозатратных механизмов прогрессивного налогообложения для двух моделей хозрасчета в науке. М.: МДНТП, 1988.
 16. Волгин Н.А. Современные модели оплаты труда: методика и рекомендации по внедрению. М.: ИНПИОН. 1992.
 17. Дудашова В.П. Мотивация труда в менеджменте. Кострома: КГТУ, 1996.
 18. 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.
 19. Динова Н.И. Бригадные формы оплаты труда / Механизмы управления социально-экономическими системами. М.: Институт проблем управления, 1988.
 20. Щепкин А.В. Имитационная игра «Бригадные формы оплаты труда» / Modernizace vyučovaciho procesu na vysokých školách a při výchově a vzdělávání dospělých, Praha, 1986.

Учебное издание

Иванов Дмитрий Юрьевич

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ
ВНУТРИФИРМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Учебное пособие

Редактор Т.К. К р е т и н и н а
Компьютерная верстка Л.Р. Д м и т р и е н к о

Подписано в печать 6.04.2018. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печ. л. 5,0.

Тираж 120 экз. Заказ . Арт. 7(Р1У)/2018.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П. КОРОЛЕВА»
(Самарский университет)
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского университета. 443086 Самара, Московское шоссе, 34.