

На правах рукописи

ЩЕПКИНА Мария Александровна



**МОДЕЛИ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ
РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ**

Специальность 05 13.10 – Управление в социальных и
экономических системах



АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Воронеж - 2007

Работа выполнена в Институте проблем управления
им В А Трапезникова Российской академии наук

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор
Бурков Владимир Николаевич, Институт
проблем управления им В А Трапезникова
РАН (г Москва)

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор
Леденева Татьяна Михайловна,
Воронежский государственный университет

- кандидат технических наук, доцент
Половинкина Алла Ивановна,
Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет

Ведущая организация Тверской государственный технический
университет.

Защита диссертации состоится 20 декабря 2007 г. в 12⁰⁰ часов на
заседании диссертационного совета Д 212 033 03 при Воронежском
государственном архитектурно-строительном университете по адресу
394006, г Воронеж, ул 20-летия Октября, 84, ауд 3220

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Воронежского
государственного архитектурно-строительного университета

Автореферат разослан « 20 » ноября 2007 г

Ученый секретарь
диссертационного совета



Чертов В А

Общая характеристика работы

Актуальность темы. В условиях структурной перестройки экономики страны, при образовании объектов хозяйственной деятельности на принципиально иной основе, формировании новых производственных отношений возрастают требования к повышению эффективности управления организационными системами. Это, в первую очередь, связано с тем, что экономические преобразования в России достигли такого уровня, когда во главу угла уже ставится не задача скорейшего создания новых хозяйственных объектов, а разработка современных и более совершенных методов и механизмов управления этими объектами.

Если в условиях централизованного управления экономикой эффективность функционирования (работы) предприятий определялась, в первую очередь, своевременностью выполнения плановых заданий, то теперь перед руководителями предприятий остро встали вопросы, связанные с реализацией выпускаемой продукции, ценами на эту продукцию, поставками в срок, качеством выпускаемой продукции. Успешное решение этих вопросов во многом обеспечивает выживание и устойчивое функционирование предприятий в условиях рыночной экономики. Само решение этих вопросов осуществляется совершенствованием методов управления.

Одним из методов управления является стимулирование, и именно поэтому вопросы, связанные со стимулированием в трудовых коллективах, не только не утратили свое значение, но наоборот, стали особенно актуальными в рыночных условиях хозяйствования. Ведь для создания условий, обеспечивающих предприятиям получение прибыли (а, следовательно, эффективность его функционирования в условиях рыночной экономики), руководителям предприятий требуется приобретение не только определенных навыков по ведению хозяйственной деятельности в новых условиях, но и создание материальной заинтересованности у работников выполнять свои обязанности как можно лучше в этих новых и очень непростых условиях хозяйствования. В частности, руководители трудовых коллективов должны иметь стимулирующие рычаги, с помощью которых они могли бы поощрять (премировать) работников за более напряженную и качественную работу.

Несмотря на наличие множества исследований как по внутрифирменному управлению, так и по стимулированию в организационных системах, на сегодняшний день отсутствует целостная картина возможных механизмов стимулирования, позволяющих обеспечить выполнение стоящих перед организацией задач и сократить возможные потери времени и финансовых ресурсов. Поэтому разработка теоретико-игровых и оптимизационных моделей, с помощью которых можно решать задачи анализа и синтеза

механизмов стимулирования в коллективах, в том числе и коллективах, выполняющих работы разного вида, является актуальной

Основу исследования составили теоретические и практические труды в области организационного управления и разработки механизмов стимулирования отечественных и зарубежных ученых, в числе которых В Н Бурков, Б З Мильнер, Д А Новиков, В А Ириков, А Г Поршнев, Д Макклелланд, А Маслоу, М Мескон и многие другие специалисты

Связь с планом. Исследования по теме диссертационной работы проводились в соответствии с плановой тематикой работ Института проблем управления им В А Трапезникова РАН в рамках следующих тем «Разработка и исследование механизмов управления иерархическими активными системами» (357-00/57) и «Разработка теории организационных систем управления» № гос регистрации 01 2004 08348

Цель работы – разработка и исследование моделей механизмов стимулирования в коллективах, члены которых выполняют работы разного вида, оценка эффективности этих механизмов

Достижение поставленной цели требует решения следующих **основных задач**

- 1 обзор исследований в области мотивационного управления и разработки механизмов стимулирования,
- 2 разработка и исследование моделей стимулирования в коллективе при выполнении однотипных работ,
- 3 исследование процедур построения результирующей оценки выполнения разнотипных работ членами трудового коллектива,
- 4 разработка и исследование моделей стимулирования в коллективе при выполнении каждым членом коллектива нескольких разнотипных работ,
- 5 разработка учебно-игрового комплекса для экспериментальной проверки эффективности механизмов стимулирования в коллективе

Методы исследования. Проведенные теоретические и прикладные исследования базируются на использовании аппарата теории управления в социальных и экономических системах, теории активных систем, системного анализа, исследования операций, метода имитационного моделирования и деловых игр

Научная новизна. В результате проведенных исследований и обобщения опыта решения практических задач по разработке и исследованию моделей и механизмов стимулирования в коллективах

- 1 Проведен анализ эффективности процедур распределения фонда премирования в коллективе при выполнении его членами работ одного вида

- 2 Предложены процедуры формирования результирующей оценки деятельности членов трудового коллектива при выполнении ими работ различных видов
- 3 Разработаны способы формирования коэффициентов трудового участия (КТУ) членов коллектива при выполнении ими работ различных видов
- 4 Разработан и исследован комплекс моделей распределения фонда премирования в коллективе при выполнении работ различных видов
- 5 Предложен метод формирования КТУ с весовыми коэффициентами и разработан алгоритм выбора весовых коэффициентов, позволяющий повысить эффективность процедуры распределения фонда премирования
- 6 Разработан комплекс деловых игр «Стимулирование», и проведено экспериментальное исследование процедур распределения фонда премирования

Практическая ценность. Проведенные в работе исследования и полученные результаты составляют теоретическую основу для построения систем поддержки принятия решений при разработке и совершенствовании механизмов стимулирования на промышленных предприятиях и в строительных организациях

Реализация результатов работы. Эффективность применения полученных в диссертационной работе результатов подтверждена их использованием при разработке, адаптации и внедрении механизмов стимулирования в производственных коллективах ЗАО «ИВК Системс», ООО «ИСО-Технологии» и ЗАО «Тетра Пак»

Имитационная игра «Стимулирование» вошла в состав игрового комплекса и внедрена в учебный процесс на кафедре проблем управления факультета радиотехники и кибернетики Московского физико-технического института

Апробация работы. Результаты работы докладывались на научных семинарах ИПУ РАН, Международной научно-практической конференции «Теория активных систем – 2005», Восьмой международной конференции "Современные сложные системы управления" (2005 г), Международных научных конференциях «Проблемы регионального и муниципального управления» (2006 г, 2007 г), Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем» (2006 г)

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 научных работ общим объемом 5,7 печатных листов

Личный вклад Все основные результаты получены автором

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы Работа содержит 110 стр печатного текста Список литературы включает 88 наименований

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цели и задачи исследования, охарактеризованы используемые методы, дано описание структуры работы, взаимосвязь и краткое содержание ее разделов

В первой главе, исходя из проведенного анализа различных точек зрения в отношении понятия мотивации и стимулирования, рассматриваются методы оценки деятельности работников (агентов) и подходы к разработке методов стимулирования этой деятельности, то есть направление усилий агентов на достижение более высоких показателей

Под стимулированием в работе понимается побуждение, осуществляемое посредством воздействия центра (руководителя) на предпочтения (целевую функцию) агента или исполнителя к совершению определенных действий Соответственно, механизм стимулирования определяется как процедура (правило) принятия центром решений относительно побуждения агентов к совершению требуемых действий

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что в последние годы все большее число фирм самых разнообразных отраслей промышленности начинает экспериментировать с нововведениями в области оплаты труда, направленными на радикальное повышение эффективности работы сотрудников и снижение издержек

В работе рассматриваются модели, которые относятся к направлению исследований в рамках теории активных систем (АС), причем рассматриваются модели именно коллективного стимулирования При анализе механизмов стимулирования рассматривается двухуровневая организационная система, состоящая из одного центра на верхнем уровне иерархии и n агентов на нижнем Размер вознаграждения, выплачиваемого центром (фонд Φ), заранее определен и не меняется Типовыми примерами таких систем стимулирования (широко распространенных на практике) являются механизмы «бригадной» оплаты труда Для этих систем стимулирования целевая функция центра определяется общим результатом деятельности агентов, а задача центра заключается в выборе такой процедуры распределения фонда Φ , чтобы получить наибольший общий результат деятельности агентов

Предполагается, что $r_i, i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$, где N – множество агентов, – показатель, который характеризует квалификацию i -го агента Чем больше значение r_i , тем выше квалификация i -го агента Обозначим через x_i действие i -го элемента (действием может быть объем выполняемой работы, объем выпускаемой продукции, показатель качества выпускаемой продукции,

снижение издержек производства, сокращение сроков выполнения работ и т.д.) В каждом периоде функционирования i -й агент получает вознаграждение (премию) в размере Π_i , $i=1, \dots, n$, а фонд Φ при этом полностью распределяется между агентами на основе КТУ, т.е. $\Phi = \sum_{i=1}^n \Pi_i$.

Агенты оценивают результаты своей деятельности не по размеру полученных премий, а путем сравнения премий с произведенными затратами. Эти затраты характеризуют возможный упущенный заработок, т.е. ту сумму денег, которую могли бы получить агенты, если бы направили свои усилия (и, соответственно, увеличили бы затраты) не на выполнение большего объема работ, а на получение дополнительного заработка (например, в другом месте).

При осуществлении i -м агентом действия x_i его затраты представляются в виде

$$z_i = x_i / r_i, \quad i \in N$$

Целевые функции агентов имеют вид

$$f_i(x_i) = \Pi_i - z_i(x_i, r_i), \quad i \in N$$

Такие АС называются «АС со слабосвязанными агентами». Взаимосвязь между агентами – на уровне общего фонда стимулирования Φ .

Эффективность системы стимулирования будем оценивать общей суммой действий агентов. $K = \sum_{i=1}^n x_i$,

Премия Π_i определяется как $\Pi_i = \delta_i \Phi$, где δ_i – КТУ i -го агента. Если агент осуществляет несколько видов действий, то для формирования КТУ необходимо формировать результирующую оценку деятельности агентов. Это связано с тем, что действия агентов могут различаться как по характеру выполняемых работ, так и по единицам измерения этих работ. В случае, когда i -й агент выполняет b_i видов действий, то он характеризуется вектором действий x_{ij} , $i \in N$, $j=1, 2, \dots, b_i$, и, соответственно, вектором показателей r_{ij} , $i \in N$, $j=1, 2, \dots, b_i$, отражающим его квалификацию по выполнению каждого из этих действий. Индивидуальные затраты агента при осуществлении j -го вида действий записываются как $z_{ij} = x_{ij} / r_{ij}$, $i \in N$, $j=1, 2, \dots, b_i$.

Для определенности будем считать, что все виды действий агента осуществляются им в соответствии с его должностной инструкцией. В работе предполагается, что результат деятельности всего коллектива определяется суммой действий агентов по выполнению ими своих должностных инструкций. В связи с тем, что агенты осуществляют различные виды действий, для определения общего показателя деятельности коллектива не может использоваться арифметическая сумма их действий. Поэтому для определения КТУ и распределения фонда Φ центр оценивает деятельность каждого агента по выполнению им своих должностных обязанностей в процентах по отношению к наилучшему результату. Будем считать, что максимальный результат, который может быть достигнут

агентом при выполнении j -го пункта должностной инструкции, равен M_j , $i \in N, j=1, \dots, b$. Так как фактический результат его деятельности равен x_j , то оценка выполнения этого пункта должностной инструкции может быть определена как

$$O_j = \frac{x_j}{M_j} 100\%, \quad i \in N, j=1, \dots, b,$$

Результирующая оценка деятельности O_i выполнения i -м агентом всех пунктов должностной инструкции определяется выражением

$$O_i = \sum_{j=1}^b O_j, \quad i \in N$$

В дальнейшем также будем полагать, что индивидуальные затраты агента линейны и сепарабельны. При выполнении i -м агентом действий x_j , $j=1, 2, \dots, b$, и получении им оценок O_j , $j=1, 2, \dots, b$, его полные затраты определяются как

$$z_i = \sum_{j=1}^b \frac{O_j}{r_j}, \quad i \in N$$

Во второй главе исследуются процедуры распределения фонда Φ при выполнении коллективом одного вида работ

Выражение для целевой функции i -го агента имеет вид

$$f_i(x) = \delta_i \Phi - x_i / r_i, \quad i \in N$$

Простейший способ определения КТУ – это определение вклада агента в общий результат коллектива

$$\delta_i = x_i / \sum_{j=1}^n x_j, \quad i \in N \quad (1)$$

В ситуации равновесия по Нэшу объем работ, выполняемых агентами, равен

$$x_i = \frac{nr_i - H(n-1)}{n^2 r_i} \Phi H(n-1), \quad i \in N,$$

где $H = n / \sum_{j=1}^n \frac{1}{r_j}$ – среднее гармоническое показателей квалификации всех агентов

А эффективность процедуры распределения фонда Φ равна

$$K = \frac{n-1}{n} H \Phi$$

Если КТУ определяется как

$$\delta_i^{(0)} = x_i / \left(r_i \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{r_j} \right), \quad i \in N, \quad (2)$$

то при этом, в ситуации равновесия по Нэшу, объемы работ, выполняемых агентами, имеют вид

$$x_i^{(0)} = r_i \frac{n-1}{n^2} \Phi, \quad i \in N$$

И, соответственно, эффективность системы стимулирования

$$K_1 = \frac{n-1}{n} A\Phi,$$

где $A = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_j$ - среднее арифметическое показателей квалификации

Утверждение 1 При формировании КТУ в соответствии с (2) эффективность системы стимулирования всегда не ниже, чем при формировании КТУ в соответствии с (1), т.е. всегда справедливо $K_1 \geq K$

При формировании КТУ также могут учитываться тарифные ставки z_i , $i \in N$ агентов. В этом случае КТУ можно записать в виде

$$\delta_i^{(2)} = x_i \sqrt{\left(z_i \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{z_j} \right)} \quad i \in N, \quad (3)$$

Эффективность системы стимулирования в этом случае будет равна

$$K_2 = (n-1) \sqrt{\sum_{j=1}^n \frac{z_j}{r_j} \left(\sum_{j=1}^n z_j - \left[(n-1) \sqrt{\sum_{j=1}^n \frac{z_j}{r_j}} \sum_{j=1}^n \frac{z_j^2}{r_j} \right] \right) \Phi}$$

Будем считать, что

$$z_1 \geq z_2 \geq \dots \geq z_n \quad (4)$$

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_n \quad (5)$$

Утверждение 2 Если справедливы (4) и (5) и выполняются неравенства

$$z_1/r_1 \geq z_2/r_2 \geq \dots \geq z_n/r_n, \quad (6)$$

то всегда справедливо $K_2 \geq K$

В работе показано, что учет тарифных ставок при формировании КТУ в виде (3) при выполнении условий (4)-(6) может как улучшить, так и ухудшить эффективность процедуры распределения фонда Φ по сравнению с ситуацией, когда КТУ определяется как (2)

Один из способов повышения эффективности процедур распределения фонда Φ связан с использованием весовых коэффициентов при формировании КТУ. В этом случае КТУ каждого агента может определяться как

$$\delta_i^{(3)} = v_i x_i \sqrt{\sum_{j=1}^n v_j x_j}, \quad i \in N, \quad (7)$$

где v_i - коэффициент (вес), устанавливаемый центром и характеризующий важность для центра вклада i -го агента в общий результат деятельности коллектива

Тогда эффективность процедуры распределения фонда Φ будет равна

$$K_3 = (n-1) \Phi \left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{v_j} \sum_{j=1}^n \frac{1}{v_j r_j} - \sum_{j=1}^n \frac{n-1}{v_j^2 r_j} \right) \sqrt{\left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{v_j r_j} \right)^2} \quad (8)$$

Для того чтобы увеличить значение K_3 , центр определяет значения весов v_i из решения задачи

$$\left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{v_j} \sum_{j=1}^n \frac{1}{v_j r_j} - \sum_{j=1}^n \frac{n-1}{v_j^2 r_j} \right) / \left(\sum_{j=1}^n \frac{1}{v_j r_j} \right)^2 \rightarrow \max_{v_i}$$

Решение этой задачи записывается в виде

$$v_i = \frac{C}{(n-2)H + nr_i}, \quad i \in N, C = \text{const} \quad (9)$$

Таким образом, использование коэффициентов (9) в процедуре формирования КТУ (7) обеспечивает достижения эффективности процедуры распределения в размере

$$K_3 = \frac{n^2 A - (n-2)^2 H}{4n} \Phi$$

В работе показано, что при формировании КТУ использование весов важности v_i , $i \in N$ для повышения эффективности системы стимулирования целесообразно только в неоднородном коллективе

В третьей главе исследуются процедуры распределения фонда Φ при выполнении каждым агентом работ различных видов (например, в соответствии с должностной инструкцией)

В этом случае для формирования КТУ центр сначала определяет результирующие оценки деятельности агентов на основе усреднения оценок, полученных агентами за выполнение различных работ. Общий вид усреднения оценок представляется в виде

$$\omega_i(O_{i1}, \dots, O_{ib}) = \left(\sum_{q=1}^b O_{iq}^d / b_i \right)^{1/d}, \quad i \in N \quad (10)$$

Кроме этого, в работе рассматривается минимальное значение из всех оценок в качестве результирующей оценки деятельности i -го агента

$$\omega_i(O_{i1}, O_{i2}, \dots, O_{ib}) = \min_j \{O_{ij}\}, \quad i \in N \quad (11)$$

Определив все результирующие оценки деятельности в соответствии с (10) или (11), КТУ агентов формируется в виде

$$\delta_i^{(4)} = \omega_i(O_{i1}, \dots, O_{ib}) / \sum_{j=1}^n \omega_j(O_{j1}, \dots, O_{jb}),$$

а целевая функция агента определяется выражением

$$f_i = \delta_i^{(4)} \Phi - \sum_{j=1}^b \frac{O_{ij}}{r_j}, \quad i \in N \quad (12)$$

Эффективность процедур распределения фонда Φ при выполнении агентами работ различных видов определяется суммой всех оценок, полученных агентами, то есть

$$K = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^b O_{ij}$$

В дальнейшем будем рассматривать ситуацию, когда ни один агент при любой процедуре формирования результирующих оценок (10), (11) за

выполнение работ в соответствии с должностной инструкцией не получает максимальных оценок

Из этого предположения сразу следует, что при использовании среднего арифметического значения оценок для формирования КТУ (это соответствует тому, что $d=1$ в (10)) агент будет осуществлять только тот один вид действий, для выполнения которого требуются минимальные затраты Другими словами, агент будет выполнять ту работу, коэффициент квалификации по которой у него максимальный Это связано с тем, что затраты линейно зависят от полученных оценок А отсюда следует, что в ситуации равновесия по Нэшу оценки каждого агента будут представлять комбинацию минимальных оценок и одной оценки больше минимальной

В работе предполагается, что для каждого агента справедливы следующие неравенства

$$r_{i1} \geq r_{i2} \geq \dots \geq r_{in}, i \in N$$

Тогда при использовании среднего арифметического значения оценок действий агентов при формировании КТУ эффективность системы симулирования определяется выражением

$$K_4 = \Phi(n-1) \sum_{i=1}^n z_i r_{i1} [1 - (n-1)x_i], \text{ где } z_i = b_i / \left(r_{i1} \sum_{j=1}^n \frac{b_j}{r_{j1}} \right)$$

В работе показано, что если для формирования КТУ в качестве результирующей оценки деятельности агентов выбрана процедура (11), то при стремлении увеличить значение целевой функции (12) агенты будут выполнять все работы таким образом, чтобы получить за них одинаковые оценки

Эффективность процедуры распределения фонда Φ для этого случая определяется выражением

$$K_5 = (n-1)\Phi \sum_{i=1}^n x_i H_i [1 - (n-1)x_i],$$

где $H_i = b_i / \sum_{j=1}^n \frac{1}{r_{ij}}$, а $x_i = b_i / \left(H_i \sum_{j=1}^n \frac{b_j}{H_j} \right), i \in N$

Утверждение 3 Если все агенты выполняют одинаковое количество видов работ ($b_1=b_2=\dots=b_n$), не накладываются ограничения на минимально необходимые объемы работ каждого вида, то использование среднего арифметического значения оценок выполнения работ для формирования КТУ всегда обеспечивает не меньшую эффективность процедуры распределения фонда Φ , чем использование минимальных значений оценок, как результирующих оценок деятельности агентов

Другими словами, при выполнении условий утверждения 3 всегда справедливо $K_4 \geq K_5$,

Это соответствует тому, что суммарная оценка, полученная агентами при выполнении только первых видов работ, всегда равна или превышает сумму оценок, которую получают агенты при выполнении всех видов работ

Отметим здесь, что использование процедуры (11) гарантирует, что какая-то часть всех работ будет выполнена, в то время как при использовании среднего арифметического значения оценок для формирования КТУ каждым агентом будет выполняться лишь один вид работы

Использование среднего геометрического значения оценок (это соответствует тому, что $d \rightarrow 0$ в (10)) для формирования КТУ - еще один способ гарантировать получение агентами в ситуации равновесия по Нэшу ненулевых оценок за выполнение работ каждого вида. Это следует из того факта, что даже если по одному виду работ оценка будет равна нулю, то и результирующая оценка равна нулю

Если используется среднее геометрическое значений оценок действий агентов, то эффективность системы симулирования определяется выражением

$$K_6 = (n-1) \rho \sum_{i=1}^n y_i A_i [1 - (n-1)y_i]$$

где $A_i = \frac{1}{b_i} \sum_{j=1}^{b_i} r_{ij}$, $y_i = b_i / \left(G_i \sum_{j=1}^n \frac{b_j}{G_j} \right)$ и $G_i = \left(\prod_{k=1}^{b_i} r_{ik} \right)^{1/b_i}$

Очевидно, что для x_i и y_i должны выполняться условия $0 < x_i \leq 1/(n-1)$ и $0 < y_i \leq 1/(n-1)$, $i \in N$

Обозначим, $\omega_i = \frac{A_i H_i}{G_i}$, $Z = \sum_{i=1}^n H_i - (n-2) \sum_{k=1}^n \frac{1}{H_k}$

Утверждение 4 Для того чтобы было справедливо

$$K_6 \geq K_5, \tag{13}$$

достаточно, чтобы выполнялись неравенства

$$\min_i \left\{ \frac{H_i}{G_i} \right\} \geq \frac{1}{Z} \left(\sum_{i=1}^n \omega_i - \sqrt{\sum_{i=1}^n \omega_i^2 - Z \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i}{A_i}} \right)$$

Из утверждения 4 следует, что если в коллективе только два агента, то (13) выполняется, если справедливо

$$(A_1 + A_2) / (H_1 + H_2) \geq \max \{ G_1 / H_1, G_2 / H_2 \}$$

Кроме того, если в коллективе из двух агентов оба агента выполняют одинаковое количество видов работ, то (13) выполняется всегда

В случае, когда агенты выполняют различные виды работ, коллектив будем называть однородным, если справедливо условие

$$\sum_{j=1}^{b_1} \frac{1}{r_{1j}} = \sum_{j=1}^{b_2} \frac{1}{r_{2j}} = \dots = \sum_{j=1}^{b_n} \frac{1}{r_{nj}}$$

Утверждение 5 Если в однородном коллективе из двух агентов справедливо условие

$$\min\{H_1/G_1, H_2/G_2\} \geq (H_1/G_1 + H_2/G_2)^2/4,$$

то в ситуации равновесия по Нэшу суммарная оценка каждого агента при использовании среднего геометрического значения оценок выполнения работ для формирования КТУ выше, чем при использовании минимального значения оценок, т.е. справедливо

$$(A_1 + A_2)y_1 y_2 \geq (H_1 + H_2)x_1 x_2$$

Если для формирования КТУ усреднение (10) будет использоваться в общем виде, то эффективность системы симулирования будет равна

$$K_d = (n-1) \prod_{i=1}^n u_i \prod_{i=1}^{n-1} D_i^{d-1} S_i^{1-d}, \quad i \in N,$$

где $D_i = \left(\frac{1}{b_i} \sum_{j=1}^b r_{ij}^{1-d} \right)^{\frac{1-d}{d}}$, $S_i = \left(\frac{1}{b_i} \sum_{j=1}^b r_{ij}^{1-d} \right)^{1-d}$ и $u_i = b_i / \left(D_i \sum_{q=1}^n \frac{b_q}{D_q} \right)$

Отметим здесь, что D_i - среднее значение показателей квалификации i -го агента с показателем степени $d/(1-d)$, а S_i - среднее значение показателей квалификации i -го агента с показателем степени $1/(1-d)$

Нетрудно увидеть, что $\lim_{d \rightarrow -\infty} D_i = H_i$, $\lim_{d \rightarrow -\infty} S_i = G_i$ и $\lim_{d \rightarrow -\infty} K_d = K_5$

Соответственно, $\lim_{d \rightarrow 0} D_i = G_i$, при $d=0$ $S_i = A_i$, и $\lim_{d \rightarrow 0} K_d = K_6$

Как и в случае выполнения одного вида работ, который был рассмотрен во второй главе, для повышения эффективности процедуры распределения фонда Φ здесь могут применяться весовые коэффициенты при формировании КТУ. Для этого рассматривается случай, когда КТУ каждого агента определяется как

$$\delta_i^{(s)} = \frac{v_i \omega_i (O_{i1}, \dots, O_{ib})}{\sum_{j=1}^n v_j \omega_j (O_{j1}, \dots, O_{jb})}, \quad i \in N \quad (14)$$

Эффективность процедуры распределения фонда Φ для общего случая усреднения определяется выражением

$$K_s = (n-1) \prod_{i=1}^n t_i(v) D_i \prod_{i=1}^{n-1} \left(\frac{S_i}{D_i} \right)^{\frac{1}{1-d}},$$

где $t_i(v) = b_i / \left[v_i D_i \sum_{q=1}^n (b_q / v_q D_q) \right]$

Для максимизации K_s центр может выбирать значения v_i , $i \in N$ из решения задачи

$$\sum_{i=1}^n t_i(v) D_i \prod_{i=1}^{n-1} \left(\frac{S_i}{D_i} \right)^{\frac{1}{1-d}} \xrightarrow{v} \max \quad (15)$$

Решение (15) записывается в виде

$$v_i = C_1 \frac{b_i}{D_i} \frac{W_i \sum_{q=1}^n 1/W_q}{(n-2) + W_i \sum_{q=1}^n 1/W_q}, \quad i \in N, \quad (16)$$

где $C_j = const$, $W_i = D_i^{\frac{1}{j}} / S_i^{\frac{1}{j}}$

Использование весов (16) позволяет получить эффективность процедуры распределения фонда Φ равную

$$K_{v(\max)} = \frac{\Phi}{4} \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{W_i} - \frac{(n-2)^2}{\sum_{i=1}^n W_i} \right] \quad (17)$$

Если при построении КТУ используются минимальные значения оценок в качестве результирующих оценок деятельности агентов, то при определении весовых коэффициентов из решения (15) получаем $W_i = 1/H_i$, и эффективность процедуры распределения фонда Φ (17) записывается в виде

$$K_{5(\max)}^{(v)} = \frac{\Phi}{4} \left(\sum_{i=1}^n H_i - \frac{(n-2)^2}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{H_i}} \right),$$

соответственно, при использовании среднего геометрического значения оценок для формирования КТУ получаем $W_i = 1/A_i$, и в этом случае (17) можно переписать как

$$K_{6(\max)}^{(v)} = \frac{\Phi}{4} \left[\sum_{i=1}^n A_i - \frac{(n-2)^2}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{A_i}} \right]$$

Утверждение 6 В коллективе, состоящем из двух агентов, соответствующий выбор весовых коэффициентов всегда обеспечивает не меньшую эффективность процедуры распределения фонда Φ при использовании среднего геометрического значения оценок агента для формирования КТУ по сравнению с применением минимальных оценок в качестве результирующих оценок деятельности агентов

Другими словами, при $n=2$ всегда справедливо $K_{6(\max)}^{(v)} \geq K_{5(\max)}^{(v)}$, причем $K_{6(\max)}^{(v)} = K_{5(\max)}^{(v)}$ только когда $r_{11} = r_{12} = r_{1b_1}$ и $r_{21} = r_{22} = r_{2b_2}$

В четвертой главе дается описание практического использования результатов проведенных исследований

Трудовые коллективы, в которых внедрялась разработанная система стимулирования, в среднем состоят из руководителя и подчиненных (от трех до шести сотрудников)

Должностные инструкции сотрудников в среднем включают до 10 пунктов

Перед непосредственным внедрением новой системы стимулирования на реальных объектах поведение сотрудников коллектива при стремлении оптимизировать соотношение поощрение - затраты анализировалось при проведении деловой игры. Одна из проблем, которая возникает при проверке

новой системы стимулирования на реальном объекте – это определение коэффициентов квалификации сотрудников коллектива. Как правило, если сотрудник имеет квалификационный разряд, то этот разряд характеризует сотрудника вообще, а не характеризует его подготовку по выполнению того или иного пункта должностной инструкции. Сотрудники коллектива, где внедрялась система стимулирования, имели одинаковое образование и стаж работы, и, соответственно, квалификацию имели примерно одинаковую.

Алгоритм определения коэффициентов квалификации по выполнению каждого пункта должностной инструкции заключается в следующем. Максимальный коэффициент квалификации каждого сотрудника за выполнение самой простой для него работы из должностной инструкции был взят за единицу. Для того чтобы определить значения коэффициентов квалификации по другим пунктам должностной инструкции, сотрудники заполнили анкету, которая содержала следующий вопрос: «Будем считать, что все затраты (физические, моральные, эмоциональные, временные и т.д.) на выполнение в полном объеме самого простого для Вас пункта должностной инструкции составляют 100%. На сколько процентов, по Вашему мнению, возрастают Ваши затраты на выполнение в полном объеме каждого из остальных пунктов Вашей должностной инструкции?»

Значение коэффициента квалификации i -го агента по j -му пункту должностной инструкции определяется в соответствии с процедурой

$$r_{ij} = 100\alpha / P_{ij}, \quad i \in N, j = 1, \dots, b_i, \quad (18)$$

где α – коэффициент пересчета, а P_{ij} – оценка своих затрат в процентах по выполнению j -го пункта должностной инструкции, сделанная i -м агентом.

В деловой игре был смоделирован коллектив, состоящий из руководителя и шести подчиненных. Количество пунктов в должностной инструкции первого, второго и третьего сотрудников – восемь, четвертого, пятого и шестого сотрудников – семь. Используя данные опроса сотрудников и процедуру (18), рассчитывались значения коэффициентов квалификации сотрудников. Коэффициент пересчета был выбран равным пяти.

Деловая игра проводилась в режиме, когда действия каждого игрока выполняли автоматы. Алгоритм выбора решений автоматом, который используется в игре, основывается на аксиоме индикаторного поведения, которая описывается процедурой

$$\left. \begin{aligned} x_i^{k+1} &= x_i^k + \gamma_i^k (x_i^* - x_i^k) \\ \gamma_i^k &\in [0, 1] \end{aligned} \right\}, \quad i \in N,$$

где x_i^{k+1} – действие i -го агента в $k+1$ -й партии игры, x_i^* – положение цели i -го автомата в k -й партии. Другими словами, это то действие, которое обеспечивает получение i -му автомату максимального значения своей целевой функции в k -й партии игры. Значение γ_i^k определяет величину шага в сторону цели.

Сначала моделировалась процедура распределения премиального фонда с использованием минимального значения оценок агентов в качестве результирующей оценки деятельности. На рис. 1. изображена стратегия поведения автоматов при выполнении первых пунктов должностной инструкции. Выше было показано, что в этой ситуации за выполнение всех пунктов должностной инструкции агенты стремятся получать одинаковые оценки. А это означает, что поведение автоматов при выполнении других пунктов имеет точно такой же характер, как показано на рис. 1.

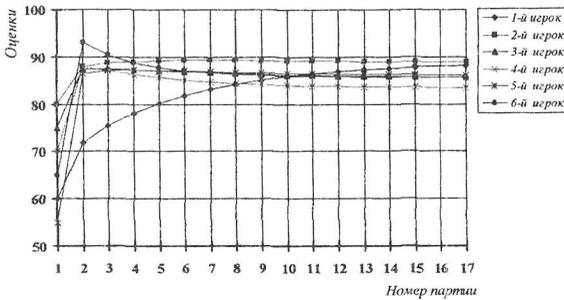


Рис. 1. Изменение стратегии автоматов

В третьей главе было показано, что при распределении фонда Φ с использованием среднего геометрического значения оценок агентов в качестве обобщающей оценки деятельности, в ситуации равновесия по Нэшу оценки выполнения агентами разных видов работ различаются. На рис. 2 изображены графики изменения стратегий автомата для этого случая.

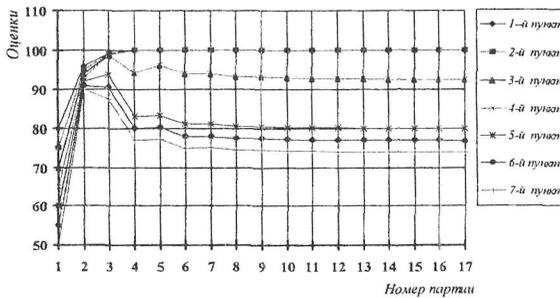


Рис. 2. Изменение стратегий автомата при выполнении разных пунктов должностной инструкции

Проведение таких игр позволило проверить эффективность процедур распределения премиального фонда, проиллюстрировать особенности новых механизмов стимулирования руководителям и сотрудникам коллективов

Разработанная процедура формирования КТУ на основе результирующей оценки деятельности агентов (минимального значения оценок выполнения различных видов работ и среднего геометрического значения оценок выполнения работ) и процедуры распределения фонда премирования внедрены в трудовых коллективах ЗАО «ИВК Системс», ООО «ИСО-Технологии» и ЗАО «Тетра Пак» Это позволило повысить производительность труда в трудовых коллективах в среднем на 11%, причем этот рост достигнут без увеличения выплат работникам

Результаты и выводы

В диссертационной работе проанализированы варианты построения результирующей оценки выполнения нескольких типов работ, построены и исследованы теоретико-игровые и оптимизационные модели процедур распределения фонда премирования в коллективах при выполнении одного и нескольких видов работ, разработаны методы повышения эффективности процедур распределения фонда поощрения

Основные научные и практические результаты состоят в следующем

- 1 Проведен анализ модели распределения фонда премирования при выполнении всеми членами трудового коллектива одинакового вида работ. Определены условия, при которых формирование КТУ с учетом тарифных ставок позволяет повысить эффективность процедуры распределения премиального фонда
- 2 Проведен анализ вариантов построения результирующих оценок деятельности агентов на основе усреднения значений оценок выполнения ими работ различного вида
- 3 Разработан и исследован комплекс моделей распределения фонда премирования при выполнении агентами нескольких видов работ и с его помощью определены эффективные процедуры распределения
- 4 Разработан метод повышения эффективности процедур распределения фонда премирования с помощью выбора весовых коэффициентов при формировании КТУ
- 5 Разработана деловая игра «*Стимулирование*», и проведено экспериментальное исследование распределения премиального фонда
- 6 Разработан алгоритм определения значений коэффициентов квалификации при внедрении процедур распределения фонда на конкретном объекте

7 Полученные результаты используются для разработки систем стимулирования в трудовых коллективах на промышленных предприятиях, и в учебном процессе в Московском физико-техническом институте

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Статьи, опубликованные в изданиях, определенных ВАК РФ.

- 1 Щепкина МА Оптимизация параметров механизма стимулирования // Проблемы управления - 2007 № 2 С 52-55

Статьи, материалы конференций

- 2 Иващенко А А , Новиков Д А , Щепкина МА Модели и механизмы многокритериального стимулирования в организационных системах - М ИПУ РАН, 2006 - 60 с
- 3 Щепкина МА Определение параметров механизма стимулирования Труды XIV Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем», том 1, Москва 2006 С 187-189
- 4 Толстых А.В , Щепкина МА Стимулирование в коллективе по нескольким показателям Труды Международной конференции «Теория активных систем – 2005» М ИПУ РАН, 2005 С 41 – 43
- 5 Щепкина МА Система стимулирования на основе свертки балльных оценок Сборник научных трудов восьмой международной конференции "Современные сложные системы управления", Краснодар-Воронеж-Сочи, 2005 С 219-222
- 6 Щепкина МА Использование балльных оценок при стимулировании коллектива Материалы международной научной конференции «Проблемы регионального и муниципального управления», Москва 2006 С 75-78
- 7 Щепкина МА Формирование оценки деятельности при стимулировании по нескольким показателям Материалы международной научной конференции «Проблемы регионального и муниципального управления», Москва 2007 С 33-38

Подписано в печать 16 11 2007 Формат 60x84 1/16 Уч – изд л 1,0 Усл -печ
1,1 л Бумага писчая Тираж 100 экз Заказ № 601

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
394006, Воронеж, ул 20-летия Октября, 84