

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова*

Т.Б. Кочиева, Д.А. Новиков

БАЗОВЫЕ СИСТЕМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ

Москва - 2000

УДК 007
ББК 32.81
К 75

Кочиева Т.Б., Новиков Д.А. Базовые системы стимулирования. М.: , 2000. – с.

ISBN

Настоящая работа содержит описание теоретико-игровых моделей базовых систем индивидуального стимулирования, исследуемых в теории управления социально-экономическими системами, и их взаимосвязи с используемыми на практике формами и системами оплаты труда, а также моделями экономики труда. Работа рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся проблемами стимулирования в организационных системах.

Рецензент: д.т.н. А.В. Щепкин

УДК 007
ББК 32.81
К 75

ISBN

© Кочиева Т.Б., Новиков Д.А., 2000

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЧАСТЬ I. БАЗОВЫЕ СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ	7
<u>Глава 1.</u> Индивидуальное стимулирование: формальный анализ и качественное обсуждение.....	7
1.1. Модель организационной системы.....	7
1.2. Множества реализуемых действий и минимальные затраты на стимулирование.....	21
1.3. Базовые системы стимулирования.....	33
<u>Глава 2.</u> Формы и системы индивидуальной заработной платы и их математические модели.....	42
<u>Глава 3.</u> Эффективность базовых систем стимулирования.....	50
ЧАСТЬ II. ЭКОНОМИКА ТРУДА И ТЕОРЕТИКО-ИГРОВЫЕ МОДЕЛИ	62
ЧАСТЬ III. МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФОНДА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
ЛИТЕРАТУРА	101

ВВЕДЕНИЕ

Проблемам управления персоналом, мотивации и стимулирования на сегодняшний день посвящено значительное число работ – от чисто «академических» исследований до прикладных методик и рекомендаций.

Формальные (математические, точнее – теоретико-игровые) модели стимулирования исследуются в рамках таких разделов теории управления социально-экономическими системами как: теория активных систем [9, 10, 13-16, 71], теория иерархических игр [25, 28, 46], теория контрактов [11, 99, 100, 110, 112-115] и др.

Необходимость использования моделей обусловлена сложностью, а зачастую и невозможностью, проведения на социально-экономических системах натурального эксперимента. Применение математических моделей в ряде случаев дает возможность оценить эффективность различных механизмов управления, провести игровое и/или имитационное исследование, обучение управленческого персонала и т.д.

С одной стороны, для большинства известных теоретических результатов, полученных в упомянутых выше научных областях, характерен отрыв от практики – как вводимые предположения, так и получаемые выводы не всегда сопровождаются содержательным интерпретациями или не доводятся до конструктивных прикладных алгоритмов и методик, то есть до этапа практического использования, когда ими могут воспользоваться управленцы, не имеющие соответствующей математической подготовки.

С другой стороны, специалисты-практики иногда даже не подозревают о том, что в экономике, теории управления и исследовании операций накоплен значительный опыт анализа и синтеза формальных моделей стимулирования.

Существующий разрыв отрицательно сказывается на обеих областях – игнорирование последних достижений науки не позволяет достичь высокой эффективности системы управления организацией, а отрыв от практики приводит к изоляции и выхолащиванию содержания теоретических моделей. Поэтому одной из целей настоящей работы (см. первую ее часть) является установление взаимосвязи между основными (называемыми в настоящей работе

«базовыми» – см. ниже) реальными формами и системами оплаты труда и их формальными моделями.

Для этого оказывается недостаточным описать математические модели в терминах реальных систем стимулирования и наоборот. Помимо этого следует произвести идентификацию модели, то есть задать алгоритмы и методики установления соответствия между параметрами математической модели и реальной (моделируемой) системы.

Возникающие при этом трудности, за которые представители точных наук подвергаются справедливой критике, обусловлены спецификой стимулирования, субъектом которого может являться человек, группа людей, коллектив и т.д. Поэтому различные аспекты деятельности субъектов управления изучаются в различных областях научного знания – экономике, теории управления, психологии, социологии и т.д. [8, 36, 60, 80, 85, 86, 93, 121, 122 и др.] Следовательно, как в самих формальных моделях стимулирования, так и при их использовании на практике, должно максимально учитываться все многообразие существующих подходов и результатов, так как необходимость согласования интересов управляющего субъекта, управляемого субъекта и окружающей среды существенно ограничивает область возможного компромисса и, следовательно, область допустимых управлений.

Этим требованием как раз и объясняется то, что в различных частях настоящей работы акцент делается на различные «описания» стимулирования.

Так как предпочтения субъектов управления в основном являются предметом исследования экономики и управления, то в первой и второй частях, помимо исследования собственно базовых систем стимулирования, устанавливается взаимосвязь формальных задач принятия решений (теоретико-игровых моделей) с перечисленными научными направлениями (психологические и социологические аспекты стимулирования в настоящей работе не рассматриваются), в частности рассматривается взаимосвязь между подходами экономики труда и математическими моделями индивидуального стимулирования.

Предпочтения управляющих субъектов (организаций) могут быть скорее отнесены к предмету исследований экономических

наук, поэтому в третьей части обсуждается возможность использования финансово-экономических показателей деятельности организации для определения рациональных форм и систем оплаты труда.

Заключение содержит краткое обсуждение основных результатов и перспектив дальнейших исследований.

ЧАСТЬ I. БАЗОВЫЕ СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ

ГЛАВА 1. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ: ФОРМАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И КАЧЕСТВЕННОЕ ОБСУЖДЕНИЕ

1.1. Модель организационной системы

Рассмотрим *организационную систему* (ОС), состоящую из одного управляющего органа - *центра* - на верхнем уровне иерархии и одного¹ управляемого субъекта - *агента* на нижнем уровне². В рамках рассматриваемой ниже теоретико-игровой модели *участники ОС*, то есть центр и агент, обладают свойством *активности* - способностью самостоятельного выбора действий (стратегий).

Стратегией агента является выбор *действия* у $\hat{I} A$, принадлежащего множеству допустимых действий A . Содержательно, действием агента может быть количество обрабатываемых часов, объем произведенной продукции и т.д. Множество допустимых действий представляет собой набор альтернатив, из которых агент производит свой выбор, например, диапазон возможной продолжи-

¹ В настоящей работе рассмотрение ограничивается ОС, включающими единственного агента. Теоретико-игровые модели стимулирования в многоэлементных (содержащих несколько управляемых субъектов) ОС изучались в [9, 12, 14, 67, 68, 72, 73, 90, 127, 131].

² На сегодняшний день достаточно полно исследована так называемая базовая модель, то есть рассматриваемая в настоящей работе модель стимулирования в организационной системе, состоящей из одного управляющего органа и одного управляемого субъекта, функционирующих в условиях полной информированности о всех существенных внутренних и внешних параметрах [71, 72]. По сравнению с базовой моделью ее расширения - многоэлементные организационные системы (см. предыдущую ссылку), динамические (функционирующие в течение нескольких периодов времени) организационные системы - см. обзор [67], многоуровневые системы [69], системы с неопределенностью [68, 72] и др. изучены менее глубоко.

тельности рабочего времени, неотрицательный и не превышающий технологические ограничения объем производства и т.д.

Стратегией центра является выбор *функции стимулирования*¹ $s(y) \in M$, принадлежащей допустимому множеству M и ставящей в соответствие действию агента некоторое неотрицательное вознаграждение, выплачиваемое ему центром, то есть $s: A \rightarrow \hat{A}_I^+$. Множество допустимых вознаграждений может ограничиваться как законодательно (например, минимальным размером оплаты труда), так и, например, соображениями экономической эффективности деятельности центра, тарифно-квалификационными требованиями к оплате труда данного агента и т.д.

Выбор действия у $\hat{I} A$ требует от агента *затрат* $c(y)$ и приносит центру *доход* $H(y)$. Интересы участников организационной системы (центра и агента) отражены их *целевыми функциями*, которые мы обозначим, соответственно: $F(y)$ и $f(y)$ (функциями выигрыша, полезности и т.д., в записи которых зависимость от стратегии центра будет опускаться), представляющими собой: для агента - разность между стимулированием и затратами²:

$$(1) f(y) = s(y) - c(y),$$

а для центра - либо доход от деятельности агента (*задача стимулирования первого рода* [72]):

$$(2) F_I(y) = H(y),$$

либо разность между доходом и *затратами центра на стимулирование* – вознаграждением, выплачиваемым агенту (*задача стиму-*

¹ Введем ряд определений. Механизмом функционирования ОС называется совокупность правил, законов и процедур, регламентирующих взаимодействие участников системы. Механизмом стимулирования называется правило принятия решений центром, относительно стимулирования агента. Механизм стимулирования включает в себя систему стимулирования, которая в рамках моделей, рассматриваемых в настоящей работе, полностью определяется функцией стимулирования (см. различия в [71, 72]). Поэтому в дальнейшем при рассмотрении теоретико-игровых моделей мы будем употреблять термины «механизм стимулирования», «система стимулирования» и «функция стимулирования» как синонимы.

² В настоящей работе принята независимая нумерация формул внутри каждого подраздела.

лирования второго рода или детерминированная задача теории контрактов [72]):

$$(3) F_{it}(y) = H(y) - S(y).$$

После того, как мы ввели целевые функции, отражающие предпочтения участников ОС, целесообразно обсудить различия в описании морального и материального стимулирования. Наличие скалярной целевой функции подразумевает существование единого эквивалента, в котором измеряются все компоненты целевых функций (затраты агента, доход центра и, естественно, само стимулирование).

В случае когда речь идет о материальном вознаграждении агента, таким эквивалентом выступают деньги. Содержательные интерпретации дохода центра при этом очевидны (более того, практически во всех работах, содержащих описание формальных моделей стимулирования, предполагается, что и стимулирование, и доход центра «измеряются» в денежных единицах – см. также третью часть настоящей работы). Сложнее дело обстоит с затратами агента, ведь не всегда можно адекватно выразить в денежных единицах, например, удовлетворенность агента работой и т.д. (см. также вторую часть настоящей работы). С экономической точки зрения затраты агента можно интерпретировать как денежный эквивалент тех усилий, которые агент должен произвести для достижения того или иного действия. В рамках такой интерпретации вполне естественной выглядит идея компенсации затрат – вознаграждение со стороны центра должно как минимум компенсировать затраты агента (см. более подробно формальное описание ниже).

Если затраты агента измеряются в некоторых единицах «полезности» (учитывающей, например, физическую усталость, моральное удовлетворение от результатов труда и т.д.), отличных от денежных единиц (и несводимых к ним линейным преобразованием), то для того, чтобы иметь возможность складывать или вычитать полезности при введении целевой функции типа (1), необходимо определить полезность вознаграждения. Например, если используется материальное стимулирование, то можно ввести

функцию полезности¹ $\tilde{u}(S(y))$, которая отражала бы полезность денег для рассматриваемого агента. Целевая функция агента при этом примет вид $f(y) = \tilde{u}(S(y)) - c(y)$.

Введем следующие **предположения**, которых мы будем придерживаться, если не оговорено особо, в ходе дальнейшего изложения.

A.1. $A = \hat{A}_+$ ¹.

A.2. Функция затрат агента не убывает.

A.2'. A.2, функция затрат агента непрерывна, затраты от выбора нулевого действия равны нулю.

A.2''. A.2', функция затрат агента непрерывно дифференцируема, выпукла и имеет в нуле нулевое значение производной.

A.3. M - множество положительнозначных кусочно-непрерывных функций.

A.3'. M - множество положительнозначных кусочно-непрерывных функций, ограниченных сверху конечной константой C .

A.4. Функция дохода центра непрерывна и $H(0) = 0$, $H(y) \geq 0$.

Приведем содержательные интерпретации введенных предположений.

Предположение A.1 означает, что возможными действиями агента являются неотрицательные действительные числа, например, количество отработанных часов, объем произведенной продукции и т.д.

Из предположения A.2 следует, что выбор больших действий требует не меньших затрат, например, затраты могут расти с ростом объема выпускаемой продукции. Предположение A.2', помимо роста затрат, утверждает, что "нулевое" действие (отсутствие деятельности агента) не требует затрат. Предположение A.2'' до-

¹ Во-первых, следует отметить, что на сегодняшний день ни в экономике, ни в психологии, ни в теории управления не существует удовлетворительных методов построения подобных функций полезности. Во вторых, необходимо подчеркнуть, что упомянутая функция полезности не имеет явного отношения к аксиоматике фон-Неймана [66, 87] и функциям полезности, отражающим отношение агента к риску в вероятностных задачах стимулирования [11, 15, 72].

полнительно требует, чтобы затраты изменялись достаточно плавно, причем предельные затраты¹ возрастают с ростом действия, то есть каждый последующий прирост действия на одну и ту же величину требует все больших затрат.

Предположения А.3 и А.3' накладывают ограничения на возможные зависимости вознаграждения агента от его действия - эти зависимости должны быть либо "не очень" разрывны (предположение А.3), либо, в добавок к тому, ограничены сверху (предположение А.3'). Величина *С* ограничения механизма стимулирования может интерпретироваться как фонд заработной платы (ФЗП).

Предположение А.4 накладывает минимальные ограничения на функцию дохода центра, требуя, чтобы при выборе агентом нулевого действия (что в силу предположения А.2' требует от последнего нулевых затрат, то есть соответствует отсутствию взаимодействия с центром) центр не имел дохода, но и не нес убытков. Отметим, что это предположение несущественно для большинства приводимых ниже рассуждений.

Рациональное поведение участника ОС заключается в максимизации выбором собственной стратегии его целевой функции с учетом всей имеющейся информации.

Определим *информированность игроков и порядок функционирования*². Будем считать, что на момент принятия решения (выбора стратегии) участникам ОС известны все целевые функции и все допустимые множества. Специфика теоретико-игровой задачи стимулирования заключается в том, что в ней фиксирован порядок ходов (игра Γ_2 в терминологии теории иерархических игр [25, 46]). Центр - метаигрок - обладает правом первого хода, сообщая агенту выбранную им функцию стимулирования, после чего при известной стратегии центра агент выбирает свое действие, максимизирующее его целевую функцию.

¹ В экономике предельными затратами принято называть производную функции затрат.

² Информированностью игрока называется та информация, которой он обладает на момент принятия решений. Порядком функционирования называется последовательность получения информации и выбора стратегий участниками организационной системы.

Пример 1. В качестве примера рассмотрим упрощенную модель *трудового контракта*, заключаемого между работником (агентом) и некоторой организацией (центром) и являющегося, как правило, документом¹, в котором отражено следующее: центр обязуется обеспечить условия работы и выплатить вознаграждение, прямо или косвенно зависящее от результатов деятельности (действий) агента. Помимо этого в контракте оговариваются права и обязанности работника, в том числе – выбор каких действий он может и обязуется производить и т.д.

Таким образом, стратегией центра является выбор системы стимулирования, стратегией агента – выбор действия. Условия контракта (его содержание) известны обеим сторонам. Информированность участников следующая. На момент принятия решений (о том какую систему стимулирования ему следует установить для того или иного работника) центр имеет определенную информацию о том, какие действия этот работник может выбирать (множество его допустимых – возможных – действий) и о предпочтениях работника (его целевой функции) на этом множестве. Помимо этого центру, естественно, известны свои собственные предпочтения и ограничения на множество допустимых функций стимулирования. Агент на момент принятия решения (о том какое действие ему следует выбрать) знает свои предпочтения и множество своих возможных действий, а также выбранную центром систему стимулирования, то есть функциональную зависимость вознаграждения от действий. Порядок функционирования следующий: заключается контракт, затем работник выбирает свое действие, после чего производятся выплаты. •²

Так как значение целевой функции агента зависит как от его собственной стратегии – действия, так и от функции стимулирования, то в рамках принятой гипотезы рационального поведения агент будет выбирать действия, которые при заданной системе стимулирования максимизируют его целевую функцию. Понятно, что множество таких действий, называемое множеством *реализуемых действий*, зависит от используемой центром системы стиму-

¹ Отметим, что различают явные и неявные контракты [11, 67, 114].

² Символом «•» здесь и далее обозначается окончание примера, доказательства и т.д.

лирования. **Основная идея стимулирования** как раз и заключается в том, что, варьируя систему стимулирования, центр может побуждать агента выбирать те или иные действия.

Так как целевая функция центра зависит от действия, выбираемого агентом, то *эффективностью системы стимулирования* называется (максимальное или минимальное) значение целевой функции центра на множестве действий агента, реализуемых данной системой стимулирования. Следовательно, задача стимулирования заключается в том, чтобы выбрать оптимальную систему стимулирования, то есть систему стимулирования, имеющую максимальную эффективность. Приведем формальные определения.

Множество действий агента, доставляющих максимум его целевой функции (и, естественно, зависящее от функции стимулирования), называется *множеством решений игры* или *множеством действий, реализуемых данной системой стимулирования*:

$$(4) P(s) = \underset{y \in A}{\text{Arg max}} \{S(y) - c(y)\}.$$

Зная, что агент выбирает действия из множества (4), центр должен найти систему стимулирования, которая максимизировала бы его собственную целевую функцию. Так как множество $P(s)$ может содержать более одной точки, необходимо доопределить (с точки зрения предположений центра о поведении агента) выбор агента. Если выполнена *гипотеза благожелательности*¹ (ГБ), которую мы будем считать имеющей место, если не оговорено особо, в ходе дальнейшего изложения, то агент выбирает из множества (4) наиболее благоприятное для центра действие. Альтернативой для центра является расчет на наихудший для него выбор агента из множества решений игры.

¹ *Гипотеза благожелательности* заключается в следующем: если агент безразличен между выбором нескольких действий (например, действий, на которых достигается глобальный максимум его целевой функции), то он выбирает из этих действий то действие, которое наиболее благоприятно для центра, то есть действие, доставляющее максимум целевой функции центра [14, 71, 72].

Соответственно, различают эффективность системы стимулирования $s \hat{I} M$:

$$(5) K(s) = \max_{y \in P(s)} F(y)$$

и ее гарантированную эффективность

$$(6) K_g(s) = \min_{y \in P(s)} F(y),$$

где $F(y)$ определяется либо (2), либо (3) (соответственно, задачи стимулирования первого и второго рода [72]).

Прямая задача синтеза оптимальной системы стимулирования заключается в выборе допустимой системы стимулирования, имеющей максимальную эффективность (или максимальную гарантированную эффективность):

$$(7) K(s) \text{ @ } \max_{s \in M};$$

$$(8) K_g(s) \text{ @ } \max_{s \in M}.$$

Отметим, что решения задач (7) и (8) в общем случае не совпадают (см. подробности в [46, 72]).

Обратная задача стимулирования заключается в поиске множества систем стимулирования, реализующих заданное действие, или в более общем случае - заданное множество действий $A^* \hat{I} A$. Например, в рамках предположения А.3' при $A^* = \{y^*\}$ обратная задача может заключаться в поиске множества $M(y^*)$ систем стимулирования, реализующих это действие, то есть $M(y^*) = \{s \hat{I} M / y^* \hat{I} P(s)\}$. Определив $M(y^*)$, центр имеет возможность найти в этом множестве "минимальную" систему стимулирования, то есть реализующую заданное действие с минимальными затратами на стимулирование, или систему стимулирования, обладающую какими-либо другими заданными свойствами, например - монотонность, линейность и т.д.

Следует отметить, что введенные выше предположения согласованы в следующем смысле. Агент всегда может выбрать нулевое действие, не требующее от него затрат (предположение А.2') и приносящее нулевой доход центру (предположение А.4). В то же время, центр имеет возможность ничего не платить ему за выбор этого действия (см. предположение А.3).

Во всех содержательных интерпретациях теоретико-игровых моделей стимулирования (см. обзор [11] по теории контрактов и [107, 134]) предполагается, что у агента имеется альтернатива - сохранить статус-кво, то есть не вступать во взаимоотношения с центром (не заключать трудового контракта). Отказываясь от участия в данной ОС, агент не получает вознаграждения от центра и всегда имеет возможность выбрать нулевое действие, обеспечив себе неотрицательное (точнее - нулевое) значение целевой функции.

Если вне данной ОС агент может гарантированно получить полезность $\bar{U} \geq 0$ (*ограничение пособия по безработице* или *ограничение резервной заработной платы* в терминологии теории контрактов [11, 127, 131]), то и при участии в данной ОС ему должен быть гарантирован не меньший уровень полезности.

Сделав маленькое отступление, обсудим более подробно модель процесса принятия решений агентом. Предположим, что некоторый агент предполагает устроиться на работу на некоторое предприятие. Ему предлагается контракт $\{s(y), y^*\}$, в котором оговаривается зависимость $(s(x))$ вознаграждения от результатов его деятельности (y) , а также то, какие конкретные результаты от него ожидаются (y^*) . При каких условиях агент подпишет контракт, если обе стороны – и агент, и предприятие (центр) принимают решение о подписании контракта самостоятельно и добровольно? Рассмотрим сначала принципы, которыми может руководствоваться агент.

Первое условие – *условие согласованности стимулирования*, которое заключается в том, что при участии в контракте выбор именно действия y^* (а не какого-либо другого допустимого действия) доставляет максимум его целевой функции (функции полезности). Другими словами, это – условие того, что система стимулирования согласована с интересами и предпочтениями агента.

Второе условие – *условие участия* в контракте (иногда его называют *условием индивидуальной рациональности*), которое заключается в том, что, заключая данный контракт, агент ожидает получить полезность, большую, чем он мог бы получить, заключив другой контракт на другом предприятии (с другим центром). Представления агента о своих возможных доходах на рынке труда

отражает такая величина как *резервная заработная плата*. Остановимся на ее рассмотрении более подробно.

Предположим, что агент (безработный или собирающийся сменить работу) имеет свои субъективные¹ представления о распределении предлагаемой на рынке труда заработной платы (или ставки заработной платы²) [96, 113, 137]. Обозначим плотность этого распределения вероятности $p(s)$, k^* - уровень квалификации данного агента. Гипотетическая кривая распределения приведена на рисунке 1.

Понятно, что в среднем более высокой квалификации соответствует более высокая оплата. Если бы агент обладал полной информацией о требованиях $s^*(k)$ к квалификации, предъявляемых на рынке труда для получения соответствующей заработной платы, и если бы достоверная информация о его квалификации k^* была полностью доступна всем потенциальным работодателям (центрам), то он был бы, фактически, лишен выбора и соглашался бы на существующий однозначный рыночный уровень заработной платы $s^*(k^*)$, соответствующий его квалификации. Вся проблема заключается в том, что информация о рынке труда несовершенна, то есть и агент, и центр действуют в условиях неполной информированности³.

¹ *Необходимо помнить, что рассматривается модель поиска работы некоторым конкретным агентом. Поведение других агентов в тех же условиях может отличаться в силу различий их индивидуальных характеристик.*

² *Ставка заработной платы при повременной оплате труда соответствует вознаграждению за единицу времени (час, день, месяц и т.д.). Заработная плата в этом случае определяется произведением ставки оплаты на продолжительность отработанного времени.*

³ *Информированность субъектов экономики является важнейшей характеристикой, определяющей как их индивидуальное поведение, так и эффективность функционирования той социально-экономической системы, элементами которой они являются. Изучению роли информированности и неопределенности в экономических и экономико-математических моделях посвящено значительное число исследований. Интересующие нас в настоящей работе проявления фактора информированности обсуждаются ниже при рассмотрении соответствующих*

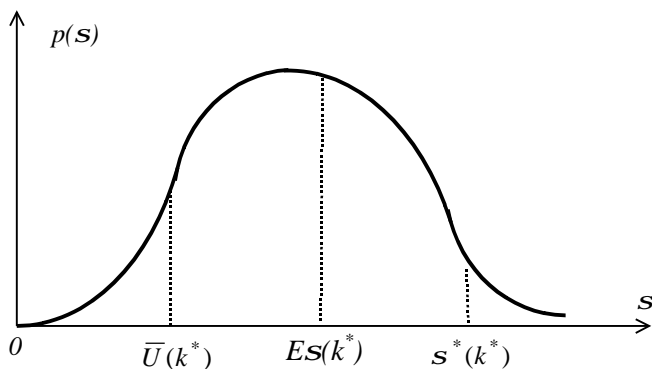


Рис. 1. Резервная, ожидаемая и максимальная заработная плата

Предположим, что агент имеет свои субъективные представления о минимальном уровне заработной платы $\bar{U}(k^*)$, за которую он согласен работать при данной его квалификации. Величина $\bar{U}(k^*)$ называется *резервной заработной платой*. Тогда процесс поиска работы можно представить себе следующим образом: получая информацию о предлагаемых условиях работы и ее оплаты, агент соглашается с первым предложением, превышающим его резервную заработную плату (в случае смены работы в качестве резервной заработной платы может выступать, например, величина зарплаты на старом месте работы или величина пособия по безработице и т.д.).

Так как получение заработной платы, большей $s^*(k^*)$, для данного агента невозможно (поэтому величину $s^*(k^*)$ иногда называют *максимальной заработной платой*), то ожидаемая заработная плата будет равна следующей величине: $ES(k^*) = \int_{\bar{U}(k^*)}^{s^*(k^*)} s p(s) ds$.

Более подробное обсуждение свойств резервной заработной платы и моделей поиска работы можно найти в [119, 120, 137].

моделей. Более полную информацию по этому вопросу можно найти в [45, 61, 69].

Вернемся к анализу условий взаимовыгодности заключения трудового контракта.

Аналогичные приведенным выше для агента, условия согласованности и индивидуальной рациональности можно сформулировать и для центра. Если имеется единственный агент – претендент на заключение контракта, то контракт будет выгоден для центра, если выполнены два условия.

Первое условие (аналогичное условию согласованности стимулирования) отражает согласованность системы стимулирования с интересами и предпочтениями центра, то есть применение именно фигурирующей в контракте системы стимулирования должно доставлять максимум целевой функции (функции полезности) центра (по сравнению с использованием любой другой допустимой системы стимулирования).

Второе условие для центра аналогично условию участия для агента, а именно – заключение контракта с данным агентом выгодно для центра по сравнению с сохранением статус-кво, то есть отказу от заключения контракта вообще. Например, если считать, что прибыль предприятия (значение целевой функции центра) без заключения контракта равна нулю, то при заключении контракта прибыль должна быть неотрицательна.

Качественно обсудив условия заключения взаимовыгодного трудового контракта, вернемся к формальному анализу.

Легко видеть, что в рамках введенных предположений при участии агента в рассматриваемой организационной системе ему гарантируется как минимум нулевое значение полезности. Условие неотрицательности полезности агента:

$$(9) \quad y \hat{I} P(s) f(y) \geq 0$$

является «условием участия» или «условием индивидуальной рациональности». Следовательно, как минимум, реализуемыми будут такие действия, при выборе которых значения целевой функции агента будут неотрицательны:

$$(10) \quad P_0(s) = \{y \hat{I} A / s(y) \geq c(y)\} \hat{E} P(s).$$

Из этого следует, что выбор величины затрат от нулевого действия агента и ограничений в условиях индивидуальной рациональности может быть произведен относительно произвольным

образом, правда, согласованным с условием индивидуальной рациональности и ограничениями на стимулирование.

Поясним последнее утверждение. Более корректно (то есть с учетом условия индивидуальной рациональности) множество реализуемых действий следует определить как множество таких точек максимума целевой функции агента, в которых выполнено условие индивидуальной рациональности:

$$(11) P(s) = \text{Arg} \max_{y \in A} \{s(y) - c(y)\} \zeta \{y \hat{I} A / f(y) \geq \bar{U}\}.$$

Рассмотрим двух агентов. Пусть затраты первого агента удовлетворяют предположению А.2', а затраты второго агента всюду на одну и ту же величину d (положительную или отрицательную, причем, как отмечалось выше, обычно полагают $d = \bar{U}$) отличаются от затрат первого агента, то есть $c_2(y) = c_1(y) + d$, $c_2(0) = d$ (величина $c(0)$ иногда называется *индивидуальным нулем полезности* [65, 128]). Обозначим $P_1(s)$ и $P_2(s)$ - соответствующие множества реализуемых действий при одних и тех же ограничениях на стимулирование. Если некоторое действие $y \in \hat{I} A$ принадлежит множеству $P_1(s)$, то оно принадлежит и множеству $P_2(s)$, и наоборот, что следует непосредственно из определения (4) реализуемого действия - соответствующих систем неравенств, которые называются "*условиями согласования*":

$$(12) " y \hat{I} A \quad s(y^*) - c(y^*) \geq s(y) - c(y)$$

и не изменяются от добавления к обеим частям константы (см. рисунок 2, на котором C – ограничение механизма стимулирования, $y^+(C)$ – правая граница множества $P(C)$ реализуемых действий).

Несколько сложнее дело обстоит с условием индивидуальной рациональности. Если понимать под множеством реализуемых действий (11), то (10) примет вид $P_0(s) = \{y \hat{I} A / s(y) \geq c(y) + \bar{U}\}$. Понятно, что для того, чтобы изменение ограничения индивидуальной рациональности и "вертикальный сдвиг" затрат не изменяли множества P_0 , следует изменять используемую центром систему стимулирования следующим образом - добавлять к ней соответствующую константу (\bar{U} и/или d). Следует при этом иметь в виду, что при фиксированных ограничениях на функцию стимулирования

ния увеличение, например, величины \bar{U} может привести к сужению множества реализуемых действий (см. (11) и предположение А.3).

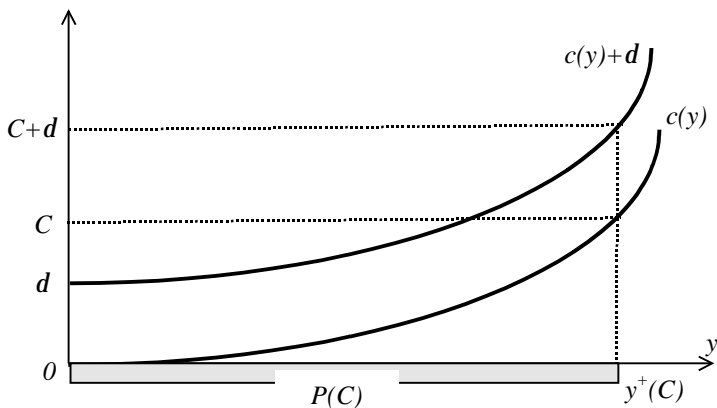


Рис. 2. Инвариантность множества реализуемых действий относительно «сдвига» функции затрат агента

Таким образом, справедливо следующее утверждение.

Утверждение 1. Все агенты, функции затрат и/или резервные зарплаты которых отличаются на одну и ту же величину, эквивалентны с точки зрения условий реализуемости при условии соответствующих изменений ограничения механизма стимулирования.

Итак, учет изменений индивидуального нуля полезности агента ("сдвиг" его затрат по вертикали) и учет изменений ограничений индивидуальной рациональности приводит к незначительным и легко учитываемым в каждом конкретном случае по аналогии с тем, как это делалось выше, модификациям основных характеристик задачи стимулирования (множеств реализуемых действий, ограничений на ФЗП и т.д.). Поэтому при дальнейшем изложении мы будем считать, что $\bar{U} = 0$ и ограничиваться введенными выше предположениями, в рамках которых условие индивидуальной рациональности можно не учитывать. Вернемся к анализу задачи синтеза оптимальной функции стимулирования.

1.2. Множества реализуемых действий и минимальные затраты на стимулирование

Тот факт, что реализуемыми являются те действия, которые как минимум обеспечивают агенту неотрицательную полезность, существенно упрощает анализ задачи стимулирования. Фиксируем произвольное действие агента $y^* \hat{I} A$ и рассмотрим следующую систему стимулирования:

$$(1) s_{QK}(y^*, y) = \begin{cases} c(y^*), & y = y^* \\ 0, & y \neq y^* \end{cases},$$

которая называется *квазикомпенсаторной*: QK-типа (иногда, в случаях, когда это не приведет к неоднозначности, зависимость от y^* в записи s_{QK} будет опускаться).

Очевидно, что $y^* \hat{I} P_0(s_{QK}(y^*))$. Если выполнено предположение А.3, то есть на абсолютные значения поощрений не наложено никаких ограничений, то действие y^* реализуемо системой стимулирования (1) (другими словами, в рамках А.3 реализуемо любое допустимое действие агента). Если же выполнено предположение А.3', то должно выполняться: $C \geq s(y) \geq c(y)$. Обозначим максимальное множество действий, реализуемых при заданных ограничениях:

$$(2) P(C) = \{ y \hat{I} A / c(y) \leq C \}.$$

В рамках предположения А.3' выполнено: $P(C) = [0; y^+(C)]$ (см. рисунок 2), где $c(y^+) = C$. Если верно предположение А.3, то $C = +\infty$ и $P(+\infty) = A$.

В [14, 71, 72] показано, что не существует системы стимулирования, удовлетворяющей А.3', и реализующей действия агента, не принадлежащие множеству (2). Приведем для полноты изложения доказательство этого факта. Пусть существует $s_{QK} \hat{I} M$, удовлетворяющая А.3', и существует система стимулирования $s_I \hat{I} M$, такая, что $\$ y_I \hat{I} P(s_I)$, для которого выполнено $y_I > y^+$. Тогда из условий согласования и определения y^+ следует, что $s_I(y_I) > C$, что противоречит предположению А.3'.

Так как в определении эффективности системы стимулирования максимум вычисляется по множеству реализуемых действий, то чем шире это множество, тем больше соответствующее макси-

мальное значение. Следовательно, с расширением множества реализуемых действий увеличивается эффективность стимулирования. Другими словами, если одна система стимулирования (точнее – класс систем стимулирования) имеет более широкое множество реализуемых действий, чем другая система стимулирования (другой класс систем стимулирования), то и эффективность первой системы стимулирования выше, чем второй. Значит максимальной эффективностью обладает класс систем стимулирования, имеющий максимальное множество реализуемых действий.

Из вышесказанного следует, что решение задачи стимулирования может быть разделено на два этапа. На *первом этапе* решается *задача согласования* – определяются множества реализуемых при заданных ограничениях действий. На *втором этапе* решается *задача оптимального согласованного планирования* – ищется реализуемое действие, которое наиболее предпочтительно с точки зрения центра. Подобная идеология разбиения решения задачи управления ОС широко используется в теории активных систем [11, 14, 72] и в теории контрактов [11, 112, 127].

Из того, что **система стимулирования ОК-типа** имеет максимальное множество реализуемых действий, следует, что она **является решением задачи синтеза оптимальной функции стимулирования в прямой задаче стимулирования первого рода.**

Отметим, что выражение (1) задает параметрический (параметр y^*) класс систем стимулирования. Поэтому утверждения об оптимальности тех или иных систем стимулирования (классов систем стимулирования - в данном случае - квазикомпенсаторных) следует понимать следующим образом: существует значение параметра, при котором функция стимулирования из заданного класса имеет максимальную на множестве M эффективность (см. также [72]).

Зная, что оптимальную систему стимулирования следует искать в классе квазикомпенсаторных, а также то, что при использовании системы стимулирования $S_{OK}(y^*, y)$ агент выбирает действие, совпадающее с действием y^* , центр может "забыть" про условия согласования и решать задачу оптимального согласованного пла-

нирования [14], то есть искать реализуемое действие агента, максимизирующее доход или целевую функцию центра:

$$(3) F(y) \text{ @ } \max_{y \in P(C)} .$$

В оптимальной (максимизирующей эффективность) квазикомпенсаторной системе стимулирования параметр y^* является решением задачи (3).

В задачах стимулирования первого рода оптимальными оказываются не только квазикомпенсаторные системы стимулирования, но и компенсаторные, скачкообразные и квазискачкообразные (см. их описание в разделе 1.3.) [14, 72].

Квазикомпенсаторные системы стимулирования реализуют действия с минимальными затратами на стимулирование¹: $S_{\min QK}(y^*) = S_{QK}(y^*, y^*) = c(y^*)$, то есть $f(y^*) = 0$, поэтому они же **являются оптимальными в задачах стимулирования второго рода**. Задача оптимального согласованного планирования в этом случае заключается в поиске реализуемого действия агента, максимизирующего разность между доходом центра и минимальными затратами на стимулирование (которые совпадают в рассматриваемой модели с затратами агента):

$$(4) H(y) - c(y) \text{ @ } \max_{y \in P(C)} .$$

Если отсутствуют ограничения на размер вознаграждения агента (см. предположение А.3), то максимумы в (3) и (4) следует вычислять по всему множеству допустимых действий агента.

Содержательно, при использовании систем стимулирования QK-типа, как следует из их названия, центр в точности компенсирует затраты агента при выборе определенного действия, не выплачивая никакого вознаграждения при выборе агентом других действий. С этой точки зрения квазикомпенсаторные системы стимулирования согласованы с условием индивидуальной рациональности: при их использовании полезность агента равна нулю как минимум в двух точках - при выборе реализуемого действия и

¹ Минимальные затраты на стимулирование по реализации действия y^* некоторой системой стимулирования обозначаются $S_{\min}(y^*)$ с нижним индексом, соответствующим используемой системе стимулирования.

нулевого действия, причем полезность агента нигде не принимает строго положительных значений.

Существенным "плюсом" квазикомпенсаторных систем стимулирования является их простота и высокая эффективность, существенным "минусом" - абсолютная неустойчивость относительно возможных возмущений параметров модели [25, 70]. Действительно, если центр неточно знает функцию затрат агента, то сколь угодно малая неточность может приводить к значительным изменениям реализуемых действий. Вопросы адекватности моделей стимулирования, устойчивости оптимальных решений и т.д. подробно исследовались в [70]. Предложенная в упомянутых работах техника анализа и методы повышения гарантированной (в рамках имеющейся у центра информации) эффективности стимулирования могут быть непосредственно использованы и для моделей, рассматриваемых ниже, поэтому проблемы адекватности и устойчивости в настоящей работе не исследуются¹.

Итак, выше описан подход к исследованию задачи стимулирования, использующий анализ свойств множеств реализуемых действий. Существует другой эквивалентный подход к изучению задач стимулирования. Выше определялось множество действий, реализуемых некоторой системой стимулирования, после чего вычислялся максимум целевой функции центра по этому множеству, а затем уже выбиралась система стимулирования. При этом задача стимулирования распадается на два этапа: этап согласования и этап согласованного планирования. В явном виде эту последовательность можно выразить следующим образом: на первом этапе для каждой допустимой системы стимулирования вычисляются множества реализуемых действий, затем берется их объеди-

¹ Более того, необходимо подчеркнуть, что в настоящей работе исследуются модели детерминированных организационных систем. В ОС, функционирующих в условиях интервальной, вероятностной и/или нечеткой неопределенности, при различных видах неопределенности и информированности участников соотношения между эффективностями тех или иных систем стимулирования могут достаточно сильно отличаться от соответствующих соотношений, имеющих место в условиях полной информированности (см. обзоры [11, 12, 67] а также монографию [72]).

нение: $P_M = \bigcup_{s \in M} P(s)$, после чего на втором этапе решается задача планирования - максимизации целевой функции центра на множестве P_M .

Умея решать прямую задачу стимулирования, достаточно просто найти и решение соответствующей обратной задачи. Например, выражение (2) позволяет определить минимальные ограничения на стимулирование, позволяющие реализовывать заданные действия. Взаимосвязь прямых и обратных задач стимулирования, а также задач стимулирования первого и второго рода подробно обсуждались в монографии [72]. Поэтому в настоящей работе мы в основном ограничимся прямыми задачами стимулирования второго рода, наиболее близкими к задачам теории контрактов, управления персоналом и т.д.

Интересно подчеркнуть, что выше мы, фактически, "угадали" оптимальное решение, не решая задачу «в лоб»¹. Существенную помощь при этом оказала идея введения множеств реализуемых действий. Альтернативным подходом является анализ минимальных затрат на стимулирование², к описанию которого мы и переходим.

Если одно и то же действие может быть реализовано несколькими системами стимулирования, то, очевидно, что большей эффективностью обладает та из них, которая характеризуется меньшими затратами на стимулирование. Другими словами,

¹ Следует признать, что для теории активных систем [14, 16, 71] во многих случаях характерно именно угадывание решений (исходя из интуиции, содержательных рассуждений и т.д.), а также стремление получить аналитическое решение. Объяснения этому достаточно прозрачны: исследование формальной модели социально-экономической системы не является самоцелью исследователя операций - его задача заключается в том, чтобы предложить максимально адекватное действительности содержательно интерпретируемое решение задачи управления.

² Следует сделать следующее терминологическое замечание. Понятие «затраты» характеризуют затраты агента по выбору того или иного действия, понятие же «затраты на стимулирование» характеризуют затраты центра на стимулирование по реализации того или иного действия.

оптимальным является класс систем стимулирования, реализующий любое действие агента с минимальными затратами центра на стимулирование. Это утверждение, несмотря на свою очевидность, дает универсальный инструмент решения задач стимулирования, который будет широко использоваться ниже. Приведем корректное обоснование.

Минимальными затратами на стимулирование по реализации действия $y \in P_M$ в классе допустимых систем стимулирования M называется следующая величина:

$$(5) s_{\min}(y) = \min_{s \in M} \{s(y) / y \in P(s)\},$$

то есть минимальное допустимое вознаграждение, которое побудит агента выбрать заданное действие. Для тех действий, которые в рамках предположения А.2 не могут быть реализованы в классе M , положим минимальные затраты на стимулирование равными бесконечности:

$$(6) s_{\min}(y) = +\infty, y \in A \setminus P_M.$$

Очевидно, что в рамках предположения А.2 выполнено: $\forall y \in P_M \quad s_{\min}(y) = c(y)$.

Минимальные затраты на стимулирование являются чрезвычайно важным понятием. Их исследование позволяет решать задачу синтеза оптимальной функции стимулирования, изучать свойства оптимального решения и т.д.

Если для задачи стимулирования первого рода критерием сравнения эффективностей систем стимулирования служат максимальные множества реализуемых ими действий, то минимальные затраты на стимулирование являются таким критерием одновременно для задач и первого, и второго рода. Обоснуем это утверждение. Для этого обозначим максимальную в классе $M_i \subseteq M$ эффективность управления $K_{M_i} = \max_{s \in M_i} K(s), i = 1, 2$.

Утверждение 2. Пусть $M_1 \subseteq M, M_2 \subseteq M$ - два класса допустимых систем стимулирования и выполнено:

$$(7) \forall y \in A \quad s_{\min 1}(y) \leq s_{\min 2}(y).$$

Тогда для задач стимулирования первого и второго рода $K_{M_1} \geq K_{M_2}$.

Доказательство. Обозначим $P_i = \bigcup_{s \in M_i} P(s)$, $i = 1, 2$, - максимальные множества действий, реализуемых соответствующими классами систем стимулирования. Пусть $y \in P_{M_2}$. Тогда, так как

выполнено $\forall y \in A \ s_{\min 1}(y) \neq s_{\min 2}(y)$, то по определению минимальных затрат на стимулирование $s_{\min 1}(y) < +\infty$, то есть $y \in P_{M_1}$.

Другими словами, если выполнено условие утверждения, то в силу определения минимальных затрат на стимулирование имеет место $P_2 \subseteq P_1$, то есть системы стимулирования, характеризующие меньшими затратами на стимулирование, реализуют большие множества действий, что доказывает справедливость утверждения для задач первого рода.

Доказать справедливость утверждения можно и не прибегая к явному анализу множеств реализуемых действий. Для этого рассмотрим задачу стимулирования первого рода. Обозначим

$$s_2 = \arg \max_{s \in M_2} \{ \max_{y \in P(s)} H(y) \}, \quad y_2 = \arg \max_{y \in P(s_2)} H(y).$$

Тогда $K_{M_2} = H(y_2)$ и существует $s_1 \in M_1$ такое, что $y_2 \in P(s_1)$, следовательно, $K_{M_1} \geq H(y_2) = K_{M_2}$.

Рассмотрим задачу стимулирования второго рода. Эффективность стимулирования может быть определена и через минимальные затраты на стимулирование, причем в силу (7) имеет место соотношение, доказывающее справедливость утверждения:

$$K_{M_2} = \max_{y \in A} \{ H(y) - s_{\min}(y) \} \leq \max_{y \in A} \{ H(y) - s_{\min 1}(y) \} = K_{M_1}. \bullet$$

Отметим, что в условиях утверждения 2 (см. (7)) требуется, чтобы определенное соотношение между минимальными затратами на стимулирование выполнялось для любых допустимых действий агента. На первый взгляд может показаться, что это достаточно сильное условие, однако, как будет видно из дальнейшего изложения, это не так - анализ минимальных затрат на стимулирование является мощным инструментом исследования сравнительной эффективности различных систем стимулирования.

Итак, модель X исследуемой организационной системы задается перечислением следующих параметров: $X = \{A, M, H(x), c(x)\}$. Решение задачи стимулирование подразумевает нахождение

$S = \{s^* \hat{I} M, y^* \hat{I} A, K_M\}$, где s^* - оптимальная система стимулирования, y^* - оптимальное реализуемое действие, K_M - эффективность оптимальной системы стимулирования.

Если фиксировать все компоненты организационной системы, за исключением множества допустимых систем стимулирования, то, если выполнено (7), то задача сравнения эффективностей управлений в различных ОС (то есть эффективностей различных классов систем стимулирования) сведется к оценке величин:

$$(8) D_0(M_1, M_2) = K_{M1} - K_{M2}, D(M_1, M_2) = s_{\min M1}(y^*) - s_{\min M2}(y^*),$$

или

$$(9) D_0(M_1, M_2) = K_{M1} / K_{M2}, D(M_1, M_2) = s_{\min M1}(y^*) / s_{\min M2}(y^*),$$

или

$$(10) D_0(M_1, M_2) = (K_{M1} - K_{M2}) / K_{M1},$$

$$D(M_1, M_2) = (s_{\min M1}(y^*) - s_{\min M2}(y^*)) / s_{\min M1}(y^*).$$

Остановимся более подробно на обсуждении ограничений на стимулирование (и, следовательно, его эффективность), накладываемых предположениями А.3. и А.3' (очевидно, что выполнение А.3' является более сильным требованием, чем выполнение А.3). При определении минимальных затрат на стимулирование (5) мы положили затраты на стимулирование по реализации нереализуемых в рамках А.3' действий равными бесконечности. В то же время, с точки зрения удобства для формального анализа, хотелось бы, чтобы минимальные затраты на стимулирование не зависели от абсолютных ограничений на величину индивидуального поощрения. Это вполне возможно сделать, вспомнив, что мы до сих пор не наложили никаких ограничений на функцию дохода центра.

Рассмотрим следующую задачу - пусть для некоторой ОС X выполнено предположение А.3. Тогда в ней реализуемыми являются любые действия агента, и минимальные затраты на стимулирование (5) могут обращаться в бесконечность лишь при бесконечных затратах агента. Если в той же ОС на систему стимулирование наложено ограничение C , то минимальные затраты на стимулирование обратятся в бесконечность не только при бесконечных затратах агента, но и при его затратах, превышающих величину ограничения на стимулирование (см.(2)).

Этого можно избежать следующим образом: определим "новую" функцию дохода центра:

$$(11) H_s(y) = \begin{cases} H(y), & s(y) \leq C \\ -\infty, & s(y) > C \end{cases}.$$

Обозначим X'_s - организационную систему, отличающуюся от X функцией дохода центра (11). Если в ОС X выполнялось А.3', то в ОС X'_s уже будет иметь место более слабое условие А.3. Легко видеть, что решения задач синтеза оптимальных функций стимулирования в обеих ОС совпадают, причем минимальные затраты на стимулирование в ОС X'_s определяются уже более простым образом (ср. с (5)-(6)):

$$(12) s_{\min M}(y) = \min_{s \in M} \{s(y) / y \hat{I} P(s)\}, y \hat{I} A.$$

Итак, справедлив следующий результат.

Утверждение 3. Решение задачи стимулирования в ОС с ограничением А.3' и минимальными затратами на стимулирование (5)-(6) эквивалентно решению задачи стимулирования в ОС с ограничением А.3 при условии (11) и затратами на стимулирование (12).

Замечая, что результат утверждения справедлив при любых целевых функциях центра, получаем следующее утверждение как комбинацию результатов двух предыдущих утверждений.

Утверждение 4. Пусть $M_1 \hat{I} M, M_2 \hat{I} M$ - два подкласса допустимых систем стимулирования, для которых выполнено (7), где минимальные затраты на стимулирование определяются (12). Тогда $K_{M_1} \supseteq K_{M_2}$.

Анализ задач стимулирования, проведенный выше (см. утверждения 1-4), показывает, что для того, чтобы установить сравнительную эффективность той или иной системы стимулирования (в прямых и обратных задачах первого и второго рода при практически любых комбинациях предположений о свойствах параметров ОС) достаточно проанализировать минимальные затраты на стимулирование (12) в рамках предположений А.1, А.2 и А.3. Все остальные расширения этой модели (наличие альтернативного уровня гарантированной полезности агента, его индивидуального нуля полезности, внешних ограничений на абсолютную величину сти-

мулирования) либо непосредственно к ней сводятся (эквивалентны), либо требуют незначительных модификаций.

Пример 2. Приведем графическую интерпретацию описанного выше метода решения задач стимулирования второго рода. На рисунке 3 изображены графики функций: $H(y)$ и $(c(y) + \bar{U})$; область действий, реализуемых с точки зрения как индивидуальной рациональности ($S(y^*) \cong c(y^*) + \bar{U}$) и согласованности стимулирования ($\forall y \hat{I} A \ S(y^*) - c(y^*) \cong S(y) - c(y)$), так и с точки зрения неотрицательности целевой функции центра (не заключая контракт, центр всегда имеет возможность получить нулевую полезность, так как в рамках предположения А.4 $H(0) = 0$).

Множество действий агента и соответствующих значений целевых функций, удовлетворяющих одновременно всем перечисленным выше ограничениям (согласования, индивидуальной рациональности и др., как для центра так и для агента) - «*область компромисса*» заштрихована на рисунке 3.

Оптимальным реализуемым действием y^* является действие, максимизирующее в области компромисса разность между доходом центра и затратами агента. Легко видеть, что при неизменных функциях дохода и затрат с ростом величины \bar{U} область компромисса вырождается.

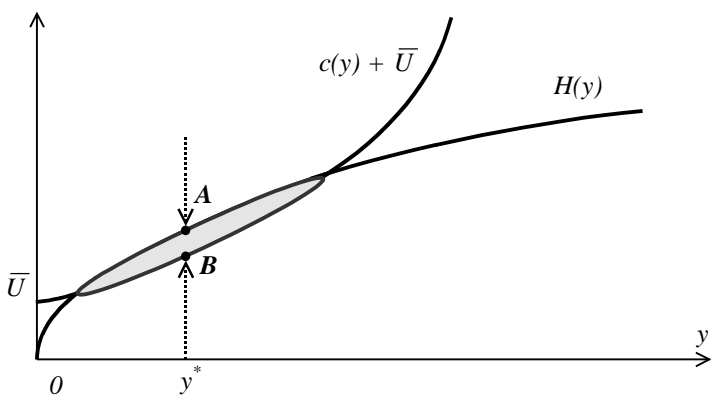


Рис. 3. Оптимальное решение детерминированной задачи стимулирования второго рода

Область компромисса является чрезвычайно важным с методологической точки зрения понятием. Ее непустота отражает наличие возможности согласования интересов центра и агента в существующих условиях. Поясним последнее утверждение.

В формальной модели стратегии участников ограничены соответствующими допустимыми множествами. Учет ограничений индивидуальной рациональности агента (условно можно считать, что параметр резервной зарплаты \bar{U} , фигурирующий в условии участия, отражает ограничения рынка труда) и центра (условно можно считать, что неотрицательность целевой функции центра отражает ограничения финансовой эффективности деятельности центра – затраты на стимулирование агента не должны превышать доход от результатов его деятельности), а также условий согласования, приводит к тому, что множество «рациональных» стратегий¹ – область компромисса – оказывается достаточно узкой.

Фактически, компромисс между центром и агентом заключается в дележе полезности, равной разности полезностей в точках А и В на рисунке 3. Делая первый ход (предлагая контракт), центр «забирает» эту разность себе, вынуждая агента согласиться с резервным значением полезности. Легко проверить, что в противоположной ситуации, когда первый ход делает агент, предлагая контракт центру, нулевую полезность получает центр, а агент «забирает» разность полезности между точками А и В себе [25, 49].

Условие оптимальности в рассматриваемой модели (в предположении дифференцируемости функций дохода и затрат, а также вогнутости функции дохода центра и выпуклости функции затрат агента) имеет вид: $\frac{dH(y^*)}{dy} = \frac{dc(y^*)}{dy}$. Величина $\frac{dH(y)}{dy}$ в экономике называется предельной производительностью агента (MRP), а величина $\frac{dc(y^*)}{dy}$ – его предельными затратами (MC). Условие оптимума (MRP = MC) – определяет так называемую *эффективную заработную плату*. •

Как следует из сказанного выше, в рамках введенных предположений система стимулирования QK-типа является оптимальным

¹ См. также концепцию ограниченной рациональности в [81, 139].

решением задач стимулирования первого и второго рода. Казалось бы, что можно еще "вытянуть" из этой задачи? Все дело в том, что мы считали, что квазикомпенсаторная система является допустимой (см. предположения А.3 и А.3'). Однако, на практике это не всегда так - центр может быть жестко ограничен некоторым фиксированным классом систем стимулирования, причем эти ограничения могут быть как экзогенными - например, определяться правовыми нормами, регулирующими оплату труда, так и эндогенными - по тем или иным причинам центр может быть склонен к использованию, например, сдельной или повременной оплаты, а не к простой компенсации затрат¹. Поэтому одна из задач настоящего исследования заключается в том, чтобы оценить сравнительную эффективность различных базовых систем стимулирования. Базовыми мы будем называть простейшие, и в тоже время широко распространенные на практике, системы стимулирования, подробно рассматриваемые в последующих разделах настоящей работы.

Приводимое ниже описание результатов исследования базовых систем стимулирования выполнено в рамках следующего общего подхода: для фиксированного класса систем стимулирования определяются минимальные затраты на стимулирование, затем сравниваются затраты на стимулирование для различных классов. Априори можно сказать, что так как "идеалом" являются "абсолютно оптимальные" квазикомпенсаторные системы стимулирования, то эффективность любой системы стимулирования будет не выше (а затраты на стимулирование, соответственно, не ниже), чем у систем QK-типа. Однако, важно не только качественное соотношение эффективностей, так как ключевым является вопрос именно о количественных потерях в эффективности (приросте в минимальных суммарных затратах на стимулирование) - только зная

¹ Более того, затраты агента могут быть в силу тех или иных причин (например, неполной информированности или присутствия внешней неопределенности и т.д.) неизвестны центру. Тогда возможно использование механизмов с сообщением информации от агента центру [12, 71], механизмов, использующих процедуры устранения неопределенности [72] и др. Детальное исследование этого класса задач выходит за рамки настоящей работы.

величину этих потерь управляющий орган может принимать решение о целесообразности использования конкретной системы стимулирования [16, 72]. Так, например, использование унифицированных (одинаковых для всех агентов многоэлементной ОС) систем стимулирования уменьшает информационную нагрузку на центр, но и приводит к снижению эффективности самого стимулирования. Решение о разумности компромисса между выигрышем в информационной нагрузке и потерями в эффективности требует, как минимум, оценки этих величин.

Основным инструментом оценки потерь в эффективности в настоящем исследовании являются приведенные выше результаты о соотношении эффективности и минимальных затрат на стимулирование, поэтому достаточным оказывается вычисление разности или отношения показателей эффективности или соответствующих затрат на стимулирование.

Закончив вводную часть, в которой описан и развит инструментарий для дальнейшего исследования, перейдем к перечислению и исследованию собственно базовых систем стимулирования.

1.3. Базовые системы стимулирования

Перечислим *базовые системы стимулирования* в одноэлементных детерминированных, то есть функционирующих в условиях полной информированности о всех существенных внешних и внутренних параметрах, организационных системах [48].

Скачкообразные системы стимулирования (С-типа) характеризуются тем, что агент получает постоянное вознаграждение (как правило, равное максимально возможному или заранее установленному значению), при условии, что выбранное им действие не меньше заданного, и нулевое вознаграждение, при выборе меньших действий (см. рисунок 4):

$$(I) s_C(x,y) = \begin{cases} C, & y \geq x \\ 0, & y < x \end{cases}.$$

Параметр $x \in X$ называется планом - желательным с точки зрения центра состоянием (действием, результатом деятельности и т.д.) агента.

Системы стимулирования С-типа содержательно могут интерпретироваться как *аккордные*, соответствующие фиксированному вознаграждению при заданном результате (например, объеме работ не ниже оговоренного заранее, времени и т.д. - см. ниже более подробно). Другая содержательная интерпретация соответствует случаю, когда действием агента является количество отработанных часов, то есть, вознаграждение соответствует, например, фиксированному окладу без каких либо надбавок и оценки качества деятельности.

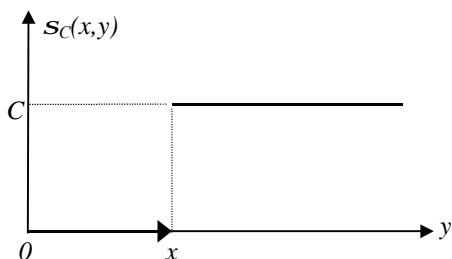


Рис. 4. Скачкообразная система стимулирования

Величины, соответствующие системам стимулирования С-типа, будем индексировать "С", например M_C - множество скачкообразных систем стимулирования и т.д.

Отметим, что большинство базовых систем стимулирования являются параметрическими - например, класс $M_C \bar{I} M$ определяется заданием, помимо (1), множества допустимых планов X (относительно которого обычно предполагают, что оно совпадает с множеством допустимых действий агента: $X = A$, или с множеством действий, реализуемых при заданных ограничениях механизма стимулирования).

Квазискачкообразные системы стимулирования (QC-типа) отличаются от скачкообразных тем, что вознаграждение выплачивается агенту только при точном выполнении плана (см. рисунок 5):

$$(2) s_{QC}(x, y) = \begin{cases} C, & y = x \\ 0, & y \neq x \end{cases}.$$

Следует отметить, что системы стимулирования QC-типа являются достаточно экзотическими (особенно в условиях неопреде-

ленности непонятно, что понимать под точным выполнением плана) и редко используются на практике.

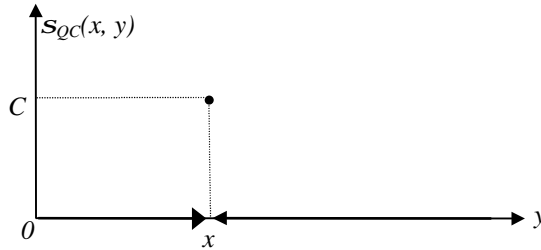


Рис. 5. Квазискачкообразная система стимулирования

Множество квазискачкообразных систем стимулирования обозначим M_{QC} .

Отметим, что о скачкообразных и квазискачкообразных системах стимулирования имеет смысл говорить в рамках предположения А.3'. Если на абсолютную величину вознаграждения агента не наложено никаких ограничений (см. предположение А.3), то необходимо доопределить, что понимать под величиной C в (1) и (2), то есть амплитуда "скачка", также как и план, может являться переменной величиной, каковой мы и будем ее считать в системах стимулирования С-типа и QC-типа в рамках предположения А.3 [69, 72, 73].

Компенсаторная система стимулирования (К-типа) характеризуется тем, что агенту компенсируют затраты при условии, что его действия лежат в определенном диапазоне, задаваемым, например, ограничениями на абсолютную величину индивидуального вознаграждения:

$$(3) \ s_K(x, y) = \begin{cases} c(y), & y \leq x \\ 0, & y > x \end{cases}$$

где в рамках предположения А.2' $x \in c^{-1}(C)$, $c^{-1}(\cdot)$ – функция, обратная функции затрат агента, то есть центр может компенсировать агенту затраты при $y \in x$ и не оплачивать выбор больших действий (см. рисунок 6).

Множество компенсаторных систем стимулирования обозначим M_K .

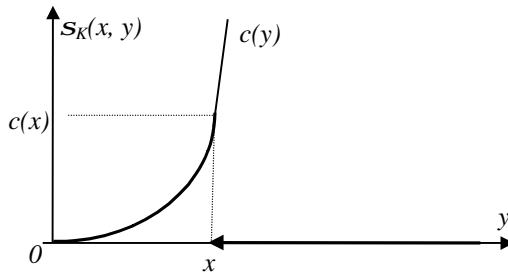


Рис. 6. Компенсаторная система стимулирования

Квазикомпенсаторные системы стимулирования (QK-типа) отличаются от компенсаторных тем, что вознаграждение выплачивается агенту только при точном выполнении плана (см. рисунок 7):

$$(4) S_{QK}(x, y) = \begin{cases} c(y), & y = x \\ 0, & y \neq x \end{cases}$$

Множество квазикомпенсаторных систем стимулирования обозначим M_{QK} . Этот класс систем стимулирования относительно подробно описан выше в разделах 1.1 и 1.2.

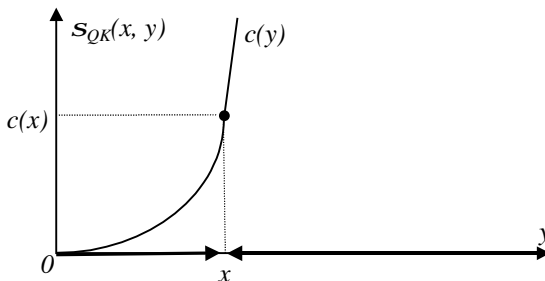


Рис. 7. Квазикомпенсаторная система стимулирования

Пропорциональные системы стимулирования (L-типа). На практике широко распространены системы оплаты труда, основанные на использовании постоянных ставок оплаты: повременная оплата подразумевает существование *ставки оплаты* единицы

рабочего времени (как правило, часа или дня), сдельная оплата - существование ставки оплаты за единицу продукции и т.д. Объединяет эти системы оплаты то, что вознаграждение агента прямо пропорционально его действию (количеству отработанных часов, объему выпущенной продукции и т.д.), а ставка оплаты $a \geq 0$ является коэффициентом пропорциональности (см. рисунок 8):

$$(5) s_L(y) = a y.$$

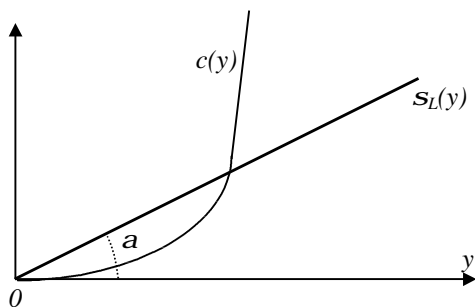


Рис. 8. Пропорциональная система стимулирования

В более общем случае возможно, что часть вознаграждения агента выплачивается ему независимо от его действий, то есть пропорциональная система может иметь вид $s_L(y) = s_0 + a y$.

Множество пропорциональных систем стимулирования обозначим M_L .

Системы стимулирования, основанные на перераспределении дохода (D-типа) используют следующую идею [69]. Так как центр выражает интересы системы в целом, то можно условно идентифицировать его доход и доход от деятельности всей организационной системы. Поэтому возможно основывать стимулирование агента на величине дохода центра - положить вознаграждение агента равным определенной (например, постоянной) доле дохода центра¹:

$$(6) s_D(y) = x H(y),$$

где $x \in [0; 1]$. На сегодняшний день формальные модели с переменной долей $x(y)$, к сожалению, не исследованы. Множество

¹ Следует отметить, что согласно действующему законодательству доходы по акциям и другие доходы от участия работников в собственности предприятия не относятся к фонду заработной платы [92 и др.].

систем стимулирования, основанных на перераспределении дохода, обозначим M_D .

Еще раз отметим, что системы стимулирования С, К, L и D-типа являются параметрическими: для определения конкретной скачкообразной системы стимулирования достаточно задать пару (x, C) ; конкретная компенсаторная система стимулирования однозначно определяется функцией затрат агента (и, быть может, планом x); для определения конкретной пропорциональной системы стимулирования достаточно задать ставку оплаты a ; для определения конкретной системы стимулирования, основанной на перераспределении дохода, достаточно задать норматив x .

Степенные системы стимулирования представляют собой достаточно искусственную конструкцию, когда вознаграждение агента пропорционально его затратам в определенной степени:

$$(7) s_B(y) = a c^b(y),$$

где $b \in (0; 1]$. Использование степенных систем стимулирования оказывается эффективным в многоэлементных ОС с неопределенностью [6, 30, 69, 73]. В настоящей работе рассматривать их подробно мы не будем.

По аналогии с тем как это делалось для скачкообразных и компенсаторных систем стимулирования, можно ввести квазилинейные системы стимулирования (QL-типа), при использовании которых агент получает вознаграждение, пропорциональное плану, в случае его выполнения, и нулевое вознаграждение во всех остальных случаях. Аналогично определяются системы стимулирования QD-типа.

Перечисленные выше системы стимулирования являются простейшими, представляя собой элементы "конструктора", используя которые можно построить другие более сложные системы стимулирования. Для возможности такого "конструирования" необходимо определить операции над базовыми системами стимулирования. Для одноэлементных детерминированных ОС достаточно ограничиться операциями следующих трех типов.

Первый тип операции – переход к соответствующей "квази"-системе стимулирования описан выше - вознаграждение считается равным нулю всюду, за исключением действия, совпадающего с планом. В детерминированных организационных системах "обну-

ление" стимулирования во всех точках, кроме плана, в рамках гипотезы благожелательности практически не изменяет свойств системы стимулирования, поэтому в ходе дальнейшего изложения мы не будем акцентировать внимание на различии некоторой системы стимулирования и системы стимулирования, получающейся из исходной применением операции первого типа.

Второй тип операции – разбиение множества возможных действий на несколько подмножеств и использование различных базовых систем стимулирования на различных подмножествах. Получающиеся в результате применения операции второго типа системы стимулирования будем называть *составными*¹ и обозначать последовательной записью обозначений ее компонент [51].

Например, центр может фиксировать планы x_1 и x_2 ($x_1 \neq x_2$) и использовать систему стимулирования С-типа со скачком в точке x_1 при действиях агента, меньших x_2 , и пропорциональную систему стимулирования при действиях агента, превышающих план x_2 (содержательные интерпретации очевидны). Эскиз получающейся при этом системы стимулирования CL-типа приведен на рисунке 9.

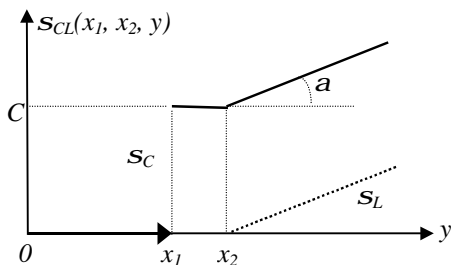


Рис. 9. Система стимулирования CL-типа (составная)

Понятно, что к одной и той же системе стимулирования можно применять операцию второго типа несколько раз. Возможно также применение операции второго типа к результатам ее предшествующего применения и т.д. Например, применяя операцию второго типа к системе стимулирования CL-типа, изображенной на рисунке

¹ В литературе иногда для обозначения этого класса систем стимулирования используется термин «дифференциальные системы стимулирования» [17].

9, то есть добавляя условие, что система стимулирования является скачкообразной при $y \in x_3 \in x_2$, получим систему стимулирования CLC-типа. Применяя к ней, в свою очередь, например, операцию первого типа, получим систему стимулирования QCLC-типа и т.д.

Третий тип операции – алгебраическое суммирование двух систем стимулирования (что допустимо, так как стимулирование входит в целевые функции участников системы аддитивно). Результат применения операции третьего типа будем называть *суммарной системой стимулирования* и обозначать "суммой" исходных систем стимулирования. Эскиз системы стимулирования C+L-типа, получающейся в результате применения операции третьего типа к системам стимулирования C-типа и L-типа, изображен на рисунке 10.

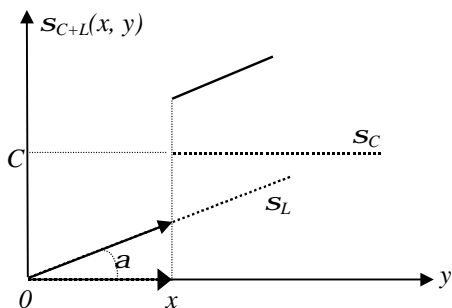


Рис. 7. Система стимулирования C+L-типа (суммарная)

Операцию третьего типа также можно применять последовательно к результатам предшествующих ее применений, получая, например, системы стимулирования C+L+K-типа и т.д. Возможно также ее комбинированное применение с операциями первого и второго типа.

Получающиеся в результате последовательного применения конечное число раз¹ операций первого, второго или третьего типа к

¹ Несмотря на то, что число исходных систем стимулирования конечно (равно четырем – C, K, L и D), применение к ним конечное число раз операций первого, второго или третьего типа порождает бесконечное множество систем стимулирования, хотя бы потому, что в операциях

системам С-типа, или К-типа, или L-типа или D-типа (которые мы назовем *основными*), а также к результатам предшествующих их применений, назовем *производными* от исходных.

Базовыми системами стимулирования назовем системы стимулирования С-типа, К-типа, L-типа и D-типа, а также все производные от них (в оговоренном выше смысле) системы стимулирования.

Итак, базовые системы стимулирования, полученные в результате применения только операций второго типа, названы *составными*. Базовые системы стимулирования, полученные в результате применения только операций третьего типа, названы *суммарными*. Основные, составные и суммарные системы стимулирования будем считать *простыми базовыми*. Суммарные составные системы стимулирования назовем *сложными базовыми* системами стимулирования.

Число различных суммарных систем стимулирования определяется элементарно. Имеются следующие варианты: M_{C+C} , M_{C+K} , M_{C+L} , M_{C+D} , M_{K+L} , M_{K+D} , M_{L+D} (класс M_{K+K} эквивалентен классу M_K , а класс M_{L+L} эквивалентен классу M_L), M_{C+K+L} , M_{C+K+D} , M_{C+L+D} , M_{K+L+D} , $M_{C+K+L+D}$. Учитывая, что классы $M_{A_1+A_2}$ и $M_{A_2+A_1}$, где $A_1, A_2 \in \{C, K, L, D\}$ ¹, эквивалентны, получаем всего двенадцать² классов суммарных систем стимулирования.

Сложнее дело обстоит с составными системами стимулирования - их число зависит от числа точек разбиений множества допустимых действий агента. Поэтому ограничимся составными системами стимулирования, включающими не более двух комбинаций. Учитывая, что комбинация компенсаторной системы стимулирования с собой эквивалентна исходной, получаем пятнадцать пар: M_{CC} , M_{CK} , M_{CL} , M_{CD} , M_{KC} , M_{KL} , M_{KD} , M_{LL} , M_{LC} , M_{LK} , M_{LD} , M_{DD} , M_{DC} , M_{DK} ,

второго типа используются операции, зависящие от непрерывных параметров (планов и т.д.).

¹ Условимся, что система стимулирования А-типа является обозначением произвольной базовой системы стимулирования.

² Понятно, что можно рассматривать суммарные системы стимулирования, состоящие из трех и более «слабых», однако такие сложные системы стимулирования на практике встречаются редко, поэтому рассматривать их подробно мы не будем.

M_{DL} , то есть пятнадцать классов составных систем стимулирования.

Суммируя четыре основных, двенадцать суммарных и пятнадцать составных (двойных), получаем 31 простую базовую систему стимулирования.

Таким образом, перечислив скачкообразные, компенсаторные, пропорциональные и основанные на перераспределении дохода системы стимулирования и определив три операции над ними, мы получили возможность генерировать значительное число различных систем стимулирования.

Следует вспомнить, что мы рассматриваем теоретико-игровые модели механизмов стимулирования в организационных системах, поэтому необходимо изучить насколько полно введенные базовые системы стимулирования охватывают используемые на практике формы индивидуальной заработной платы.

ГЛАВА 2. ФОРМЫ И СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ И ИХ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Системой оплаты труда называется способ определения размеров вознаграждения в зависимости от затрат, результатов труда и т.д. Те или иные конкретные системы оплаты труда выделяются в рамках более общих *форм оплаты труда*. Поэтому рассмотрим сначала формы заработной платы, а затем для каждой из форм перечислим основные системы оплаты.

Различают следующие **формы индивидуальной заработной платы** [1, 19, 26, 35, 42, 52, 57, 64, 74, 78, 79, 89, 94, 97]:

- *тарифная*, при использовании которой индивидуальное вознаграждение агента не связано явным образом с количественными показателями его деятельности, а определяется ее содержанием, квалификационными требованиями и прочими нормативами (см. подробное описание тарифной системы в [3-5, 52, 54, 55, 84 и др.])¹.

¹ Так как тарифная форма заработной платы связана с показателями индивидуальной деятельности косвенным образом (хотя величина пока-

42

Для оплаты труда руководителей и специалистов может использоваться *окладно-премиальная* система оплаты, в которой индивидуальное вознаграждение складывается из оклада (тарифная система) и премии, определяющейся по результатам деятельности организации, подразделения и т.д.

Разновидностью тарифной формы оплаты также являются так называемые *плавающие оклады*, при использовании которых показатели тарифной системы на каждый период рассчитываются с учетом результатов деятельности в предыдущих периодах.

- *повременная*, при использовании которой индивидуальное вознаграждение зависит от отработанного времени с учетом квалификации и качества труда;

- *сдельная*, при использовании которой индивидуальное вознаграждение зависит от количества произведенной продукции;

- *участие в доходе (участие в прибылях, выплаты бонуса)*, например - приобретение акций компании (*опционы*);

- *премии* - дополнительное по сравнению с заработной платой вознаграждение, выплачиваемое в определенных случаях.

Отдельной формой заработной платы, стимулирующей продажи и не рассматриваемой подробно в настоящей работе, являются *комиссионные*¹.

Отметим, что перечисленные выше формы не являются рядоположенными. Так, например, разделение повременной и сдельной заработной платы основывается на мере труда (то есть способе измерения количества труда – см. также классификацию в [57]) – соответственно – времени и количестве произведенной продукции. Обе эти формы являются регулярными (выплачиваемыми в рамках действующего трудового контракта) и зависящими явным и известным работнику образом от показателей его деятельности. При

зателей тарифной системы и является существенным мотивирующим фактором [18, 32, 38, 44], в том числе - в соревновательных системах [59, 73, 82, 90]), то мы не будем рассматривать подробно ее формальные модели, ограничившись замечанием, что достаточно адекватной ее моделью является система стимулирования С-типа (см. ниже).

¹ *Комиссионные в ряде случаев с формальной точки зрения могут рассматриваться как разновидность такой формы оплаты как участие в доходе.*

использовании опционов вознаграждение не зависит столь явным образом от результатов именно индивидуальной деятельности; премии (как правило) не являются регулярной формой заработной платы и т.д.

Повременная форма заработной платы может реализовываться в виде следующих **систем оплаты**¹:

- *простая повременная;*
- *повременно-премиальная.*

Сдельная форма заработной платы (иногда ее называют почасовой) может реализовываться в виде следующих **систем оплаты**:

- *прямая сдельная;*
- *сдельно-премиальная;*
- *сдельно-прогрессивная;*
- *косвенно-сдельная;*
- *аккордная.*

Связь между повременной и сдельной формами оплаты может быть установлена следующим образом. Если в сдельной оплате фиксированы нормы времени на выполнение определенных заданий, то ее можно рассматривать как повременную. При этом на практике, если работник справляется со своим заданием (с выполнением требований не только количества, но и качества) быстрее отведенного времени, то ему может оплачиваться все время по норме, независимо от фактически затраченного времени (см. ниже).

Рассмотрим перечисленные выше системы оплаты более подробно.

*Простая повременная система оплаты*² соответствует использованию фиксированных (постоянных, то есть не зависящих от каких-либо показателей деятельности агента) ставок оплаты за

¹ В ходе дальнейшего изложения для того, чтобы различать, если это необходимо, реальные "системы оплаты" и их модели, для последних будем использовать термин "системы стимулирования".

² Повременная форма заработной платы используется для 70-80% американских рабочих [126], и для 60-70% рабочих в Западной Европе. В России по разным оценкам повременная форма оплаты используется для 20% рабочих [36, 40, 126] (в [37] приводится оценка – 40-60%).

единицу времени. Если под действием агента понимать отработанное время, то данной системе оплаты соответствует система стимулирования L-типа (см. раздел 1.3).

При использовании *повременно-премиальной системы оплаты*¹ к сумме заработка по тарифу (при условии выполнения и/или перевыполнения нормативов, например – плана x) добавляется премия (обозначим ее ставку Da), измеренная, например, в процентах к тарифной ставке. Данной системе оплаты соответствует система стимулирования LL-типа (см. рисунок 11).

Прямая сдельная система оплаты (см. также простую повременную систему оплаты) характеризуется прямо пропорциональной зависимостью величины вознаграждения от объема выпуска (количества произведенной продукции) по единым твердым сдельным расценкам (ставкам), не зависящим от объема выпуска и т.д. Если под действием агента понимать количество произведенной продукции, то данной системе оплаты соответствует система стимулирования L-типа (см. раздел 1.3).

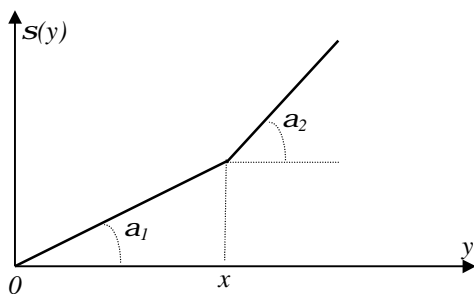


Рис. 11. Повременно-премиальная система оплаты
(норматив - x ; $a_2 = (1+Da)a_1$ или $a_2 = a_1+Da$)

При использовании *сдельно-премиальной системы оплаты*, помимо базового тарифа, выплачивается премия, например, за перевыполнение нормативов и т.д. (см. рисунок 12). Следует отме-

¹ Отметим, что во многих случаях термин «гибкие системы оплаты» применяется для обозначения систем оплаты, более сложных, чем простая повременная и/или простая сдельная [26 и др.].

туть, что в литературе сдельно-премиальная и сдельно-прогрессивная системы оплаты не всегда разделяются достаточно четко, поэтому можно в общем случае считать, что при перевыполнении нормативов используется повышенный тариф или ставка оплаты. Данной системе оплаты соответствует система стимулирования L+C-типа или в более общем случае, приведенном на рисунке 12 ($a_1 \neq a_2$), система стимулирования LL+C-типа.

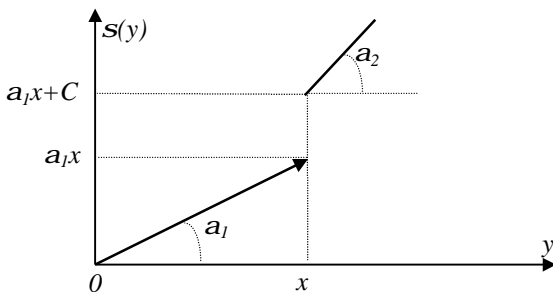


Рис. 12. Сдельно-премиальная система оплаты (норматив - x)

Сдельно-прогрессивная система оплаты, в рамках которой выработка сверх установленной нормы оплачивается по повышенным расценкам, с точки зрения формального анализа полностью аналогична повременно-премиальной системе оплаты (с точностью до конкретизации меры труда - см. выше), и ей соответствует система стимулирования LL-типа.

Косвенно-сдельная система оплаты используется, например, для оплаты труда вспомогательных рабочих. При этом размер их заработка может составлять определенный процент от заработка основных (обслуживаемых ими) рабочих. Данной системе оплаты соответствует система стимулирования, основанная на перераспределении дохода - D-типа (см. раздел 1.3).

При использовании аккордной системы оплаты совокупный индивидуальный заработок выплачивается за фиксированные стадии работы или за выполнение полного комплекса работ. Данной системе оплаты соответствует система стимулирования C-типа (см. выше). Разновидностью аккордной системы оплаты является так называемые аккордно-премиальные системы оплаты, в кото-

рых дополнительная премия выплачивается за качество работ, сокращение сроков и т.д.

Участие в доходе (прибыли) как форма индивидуальной заработной платы (см. выше) в точности совпадает с системой стимулирования D-типа (см. раздел 1.3).

Специфическая форма заработной платы, стимулирующая продажи, то есть - *комиссионные*, может с одной стороны рассматриваться либо как система стимулирования, основанная на перераспределении дохода (или прибыли) от продаж (системы стимулирования D-типа), либо как пропорциональная система стимулирования (если доход от продажи единицы товара задан, то фиксирование комиссионных означает установление прямо пропорциональной зависимости между величиной поощрения и числом проданных товаров, которое играет в данном случае роль действия агента). Если вознаграждение определяется как фиксированный процент от прибыли, то при трактовке действия агента как величины прибыли, участие в прибыли является прямой сдельной системой оплаты (пропорциональная система стимулирования). Такой подход охватывает следующие используемые на практике комиссионные формы [20, 37, 52, 75]: фиксированная денежная сумма за каждую проданную единицу продукции, фиксированный процент от маржи по контракту, фиксированный процент от объема реализации, фиксированный процент от базовой зарплаты при выполнении плана по реализации (см. описание премий и премиальных систем заработной платы ниже).

В заключение настоящего подраздела обсудим такую форму индивидуальной заработной платы как *премия*. Будем различать премии, предусмотренные системой оплаты труда в организации (и относимые на себестоимость), то есть "регулярные", и премии поощрительного характера - единовременные (выплачиваемые организацией за счет собственных средств), которые не являются обязательными (например, премии к юбилейным датам и т.д.). Поощрительные премии не зависят явным образом от индивидуальных показателей деятельности за учетный период и поэтому рассматриваться нами не будут. Зачастую премии основываются на основании результатов долгосрочных достижений работника.

Учитываемые при этом диапазоны времени в зарубежной практике ограничиваются, как правило, тремя – пятью годами [17, 117].

Различают регулярные премии следующих двух видов (отличающиеся показателями и условиями премирования).

В первом случае абсолютная величина премии, например, при выполнении и/или перевыполнении плановых заданий, оговорена заранее, чему соответствует система стимулирования А+С-типа, где А - некоторая базовая система стимулирования. В том числе величина премии может быть пропорциональна базовому окладу (без учета премиальных, прогрессивных и других надбавок).

Во втором случае абсолютная величина премии определяется как заранее установленный процент от заработка за учетный период. Такие сложные системы премирования используются достаточно редко. Для их формального описания следовало бы ввести дополнительную (четвертую) операцию над базовыми системами стимулирования - "изменения масштаба" на определенных подмножествах множества допустимых действий агента. Можно предположить, что теоретико-игровой анализ таких ("сильно разрывных") систем стимулирования достаточно трудоемок, поэтому пока исключим их из предмета исследования.

Важную роль, помимо основной заработной платы, также играет *дополнительная заработная плата* в форме различных доплат (в том числе - доплаты за совмещение, сверхурочную работу и т.д.), надбавок (за квалификацию, выслугу лет, стаж работы в данной организации и т.д.) и единовременных вознаграждений. В отличие от премий, например, надбавки включаются в состав заработной платы регулярно. Основная и дополнительная заработные платы совместно могут рассматриваться как некоторая единая суммарная система стимулирования.

Выше мы перечислили основные формы и системы заработной платы, рассматриваемые в отечественной литературе по стимулированию и оплате труда. Системы заработной платы, используемые за рубежом, естественно, несколько отличаются от них, однако не столь сильно. Так, например, в [20] (см. также обзоры зарубежных систем заработной платы в [17, 102, 104, 109, 125 и др.]) выделяют следующие компоненты вознаграждения работника: базовая заработная плата (одинаковая для некоторой группы работников,

например, данной квалификации, должности и т.д.); индивидуальная компонента вознаграждения работника (определяемая его личным вкладом); компонента, общая для подразделения; участие в доходах компании в целом; одноразовые премии и т.д. Определение базовой заработной платы является задачей тарификации, носящей, условно говоря, скорее экономический, чем управленческий характер. Рассматриваемые в настоящей работе системы стимулирования соответствуют системам заработной платы, явным образом зависящим от результатов деятельности агента и/или коллектива (соответственно - три компонента: индивидуальная, общая для подразделения, то есть "коллективная", и зависящая от результатов деятельности организации в целом). Модели коллективных форм и систем заработной платы (в том числе - вознаграждения по итогам работы подразделения, организации и участие в прибыли, то есть перераспределение доходов, и др.) рассматриваются в [20, 24, 33, 34, 125].

Как и системы оплаты, используемые в России, так и такие системы оплаты, используемые за рубежом, как: система двух ставок, система контролируемой дневной выработки, надбавки за квалификацию, плата за знание и компетенцию, системы Тейлора, Скэнлона, Роузена, Барта, Гантта, Меррика, «эмпирические» системы и др. (см. подробности в [17, 20, 35 и др.]), также могут быть формально описаны соответствующей базовой системой стимулирования.

Таким образом, краткий обзор основных используемых на практике систем оплаты труда позволяет сделать вывод, что подавляющее большинство из них охватывается множеством введенных выше моделей базовых систем стимулирования. При этом можно утверждать, что такие формы индивидуальной заработной платы как: повременная, сдельная, участие в доходе, премиальная (и соответствующие им системы оплаты: простая повременная, повременно-премиальная, прямая сдельная, сдельно-премиальная, сдельно-прогрессивная, косвенно-сдельная и аккордная и др.) могут быть относительно адекватно описаны следующим множеством систем стимулирования (см. их определения выше): L, LL, L+C или LL+C, D, C.

Установив в первом приближении качественную взаимосвязь теоретических моделей систем стимулирования с формами индивидуальной заработной платы, перейдем к изучению сравнительной эффективности тех или иных простых базовых систем стимулирования в одноэлементных детерминированных организационных системах.

ГЛАВА 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАЗОВЫХ СИСТЕМ СТИМУЛИРОВАНИЯ

Рассмотрим перечисленные выше базовые системы стимулирования, акцентируя в основном внимание на их эффективности (то есть на минимальных затратах на стимулирование по реализации ими тех или иных действий агента – см. раздел 1.2). Параллельно с теоретическим исследованием будем рассматривать иллюстративный пример - модель стимулирования в одноэлементной детерминированной ОС, в которой функция дохода центра равна: $H(y) = by^l$, $b > 0$, а функция затрат агента равна: $c(y) = ay^2$, $a > 0$.

Если не оговорено особо, будем считать выполненными предположения А.1, А.2, А.3 и А.4.

Так как выше было доказано, что компенсаторные (и квази-компенсаторные) системы стимулирования оптимальны, то есть обладают максимальной эффективностью, то необходимо сравнить эффективность других базовых систем стимулирования с эффективностью квазикомпенсаторных.

Скачкообразные системы стимулирования (С-типа).

Как отмечалось выше, если не наложено ограничений на абсолютную величину индивидуального поощрения (предположение

¹ Во многих случаях возможно произвести замену переменных, идентифицируя действие агента и доход центра (с точностью до мультипликативной константы), то есть "линеаризовать" функцию дохода центра, что иногда упрощает выкладки и численные расчеты. В то же время, такую замену следует производить с известной долей осторожности, пересчитывая и интерпретируя единицы измерения затрат и стимулирования, а также следя за выполнением введенных предположений.

А.3), то при исследовании скачкообразных систем стимулирования амплитуду скачка C (то есть величину вознаграждения в случае выполнения плана) следует считать переменной величиной, устанавливаемой центром, наряду с планом.

Множество действий, реализуемых системами стимулирования C -типа, имеет вид $P(C) = \{y \in A / c(y) \leq C\}$. В том числе, в рамках предположения А.3' $P(C) = [0; y^+(C)]$, где $c(y^+) = C$. Минимальные затраты на стимулирование равны: $S_{\min C}(y) = C$, $y \in P(C)$. Следовательно, " $y \in P(C)$ выполнено"¹
 (1) $D(C; K) = C - c(y) \geq 0$.

При использовании квазискачкообразных систем стимулирования оценка (1) также остается в силе.

Таким образом, скачкообразные системы стимулирования имеют эффективность, не превышающую эффективность компенсаторных, и совпадающую с последней при реализации действий, лежащих на границе множества реализуемых действий, определяемой ограничениями механизма стимулирования.

График целевой функции агента при использовании центром системы стимулирования $S_C(x, y)$ (при некотором $x \in P(C)$) приведен на рисунке 13 (отметим, что для наглядности в рисунках настоящего подраздела функция затрат агента изображается с обратным знаком).

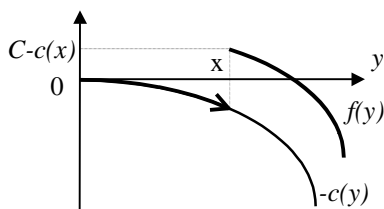


Рис. 13. Целевая функция агента при использовании центром системы стимулирования C -типа

Если ограничение C фиксировано, то при монотонной функции дохода центра оптимальным является реализация максималь-

¹ Напомним, что величина $D(A, B)$ обозначает разность эффективностей классов систем стимулирования A и B (см. раздел 1.2).

ного действия $y^+(C)$, при этом $S_{minC}(y^+(C)) = S_{minQK}(y^+(C))$. В рассматриваемом примере $y^* = \sqrt{C/a}$.

Отметим также, что при оптимальном подборе центром соответствующих параметров системы стимулирования СС-типа и С+С-типа эквивалентны некоторой базовой системе стимулирования С-типа, поэтому подробно рассматривать первые две из них не имеет смысла.

Компенсаторные системы стимулирования (К-типа).

При использовании компенсаторных (или квазикомпенсаторных) систем стимулирования минимальные затраты на стимулирование равны затратам агента.

Итак: $S_{minK}(y) = c(y)$, $y \hat{I} P(C)$. Очевидно, $D(K; K) = 0$. В рассматриваемом примере: в рамках предположения А.3 выполнено: $y^* = \arg \max_{y \geq 0} \{by - ay^2\} = b/2a$, то есть $K_{QK} = F(y^*) = b^2/4a$; в рамках

предположения А.3': $K_{QK} = \max \{F(y^*), F(y^+(C))\}$, где $F(y^+(C)) = b\sqrt{C/a} - C$, причем, если максимум целевой функции центра достигается в точке $y^+(C)$ (используется весь "размах" функции стимулирования), то оптимальными являются также и скачкообразные системы стимулирования с ограничением С.

График целевой функции агента при использовании центром системы стимулирования $S_K(x, y)$ (при некотором $x \hat{I} P(C)$) приведен на рисунке 14.

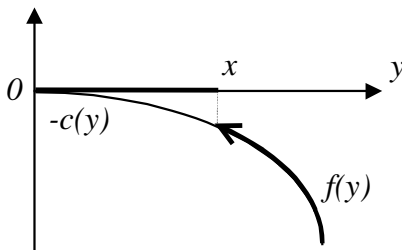


Рис. 14. Целевая функция агента при использовании центром системы стимулирования К-типа

Пропорциональные системы стимулирования (L-типа).

При использовании пропорциональных (линейных) или квазилинейных систем стимулирования и непрерывно дифференцируе-

мой монотонной выпуклой функции затрат агента выбираемое им действие определяется следующим выражением: $y^* = c'^{-1}(a)$, где $c'^{-1}(x)$ - функция, обратная производной функции затрат агента. При этом величина

$$(2) D(L, K) = S_{minL}(y^*) - S_{minK}(y^*) = y^* c'(y^*) - c(y^*)$$

всегда (при любых $a \geq 0$, и, следовательно, при любых $y^* \geq 0$) неотрицательна. В рассматриваемом примере $S_{minL}(y^*) = 2(y^*)^2$, то есть " $y^* \hat{I} A' S_{minL}(y^*) / S_{minK}(y^*) = 2$."

Таким образом, при выпуклых функциях затрат агента эффективность пропорциональных систем стимулирования не выше, чем компенсаторных. График целевой функции агента при использовании центром пропорциональной системы стимулирования приведен на рисунке 15.

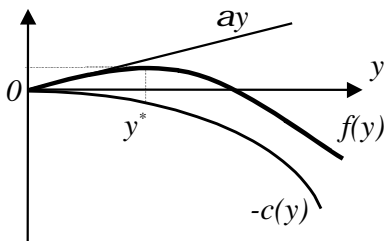


Рис. 15. Целевая функция агента при использовании центром системы стимулирования L-типа

Если функция затрат агента вогнутая, то для любой компенсаторной системы стимулирования выполнено: $S(y) = c(y)$, и для любого действия, выбираемого агентом, существует система стимулирования L+C типа (зависящая от действия агента) не меньшей эффективности (см. рисунок 16).

Действительно, пусть агент при использовании компенсаторной системы стимулирования выбирает действие y^* . Система стимулирования L+C-типа со следующими параметрами: $x = 0$, $C(y^*) = c(y^*) - c'(y^*) y^*$, $a(y^*) = c'(y^*)$, реализует действие y^* с теми же затратами на стимулирование, что и исходная компенсаторная система стимулирования (см. рисунок 16).

Описанный выше прием перехода от вогнутой компенсаторной к пропорциональной системе стимулирования называется *линеаризацией* системы стимулирования.

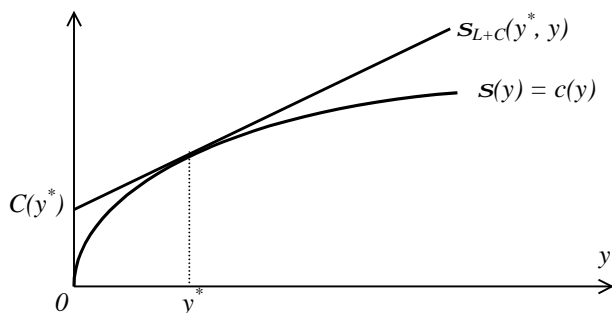


Рис. 16. Линеаризация вогнутой функции стимулирования

Системы стимулирования, основанные на перераспределении дохода (D-типа).

В работах [69, 71-73] при достаточно общих предположениях показано, что использование систем стимулирования, основанных на перераспределении дохода, неэффективно (в сравнении с компенсаторными системами стимулирования).

Другими словами, " $y^* \hat{I} A$ величина

$$(3) D(D, K) = s_{\min D}(y^*) - s_{\min QK}(y^*)$$

всегда неотрицательна. В рассматриваемом примере, так как функция дохода центра линейна по действию агента, то перераспределение дохода эквивалентно использованию пропорциональных систем стимулирования - при этом ставка оплаты $a = x b$, то есть: $s_{\min D}(y^*) = s_{\min L}(y^*) = 2(y^*)^2$, $x(y^*) = 2ay^*/b$, следовательно $y^* \leq b/2a$.

Эффективность системы стимулирования D-типа может быть и в точности такой же, как и эффективность "абсолютно оптимальной" квазикомпенсаторной системы стимулирования. Для этого достаточно, например, "однотипности" функции затрат агента и функции дохода центра.

Если в рассматриваемом примере $H(y) = by^2$, где $b > a$, то $K_D = K_{OK}$ (правда, если $a > b$, то системами стимулирования D-типа нельзя реализовать никаких действий, кроме нулевого).

Системы стимулирования LL-типа.

При использовании центром систем стимулирования LL-типа целевая функция агента имеет вид:

$$(4) f(y) = \begin{cases} a_1 y - c(y), & y \leq x \\ a_2 y + (a_1 - a_2)x - c(y), & y \geq x \end{cases}$$

где x - величина действия, при превышении которого увеличивается ставка оплаты (см. рисунок 11).

Пусть функция затрат агента удовлетворяет предположениям А.1, А.2" и А.3. Обозначим $y_1^* = c'^{-1}(a_1)$, $y_2^* = c'^{-1}(a_2)$. Отметим, что в рамках введенных предположений эти точки существуют и единственны, кроме того всегда выполнено: $y_1^* \leq x \leq y_2^*$. Возможны следующие случаи:

1. $y_1^* \leq x \leq y_2^*$, $f(y_1^*) \leq f(y_2^*)$ (в рассматриваемом примере этому соответствует выполнение $a_1 + a_2 \leq 4ax$), тогда агент выберет действие y_1^* , то есть второй "кусочек" (со ставкой a_2) функции стимулирования "не работает", при этом система стимулирования эквивалентна пропорциональной;

2. $y_1^* \leq x \leq y_2^*$, $f(y_1^*) > f(y_2^*)$ (в рассматриваемом примере этому соответствует выполнение $a_1 + a_2 > 4ax$), тогда агент выберет действие y_2^* , то есть первый "кусочек" (со ставкой a_1) функции стимулирования "не работает", но при этом система стимулирования не эквивалентна пропорциональной (см. оценку минимальных затрат на стимулирование ниже);

3. $y_1^* \leq x \leq y_2^*$, то есть получаем, практически, первый случай.

4. $x \leq y_1^* \leq y_2^*$, $f(y_1^*) > f(y_2^*)$, то есть получаем, практически, второй случай.

Итак, интерес представляют (из-за отличия от систем L-типа) второй и четвертый из описанных выше случаев. Очевидно, $S_{minLL}(y_2^*) \leq S_{minL}(y_2^*)$. Для рассматриваемого примера имеет место:

$$(5) s_{minL}(y_2^*) - s_{minLL}(y_2^*) = (a_2 - a_1) x.$$

Из выражения (5) видно, что эффективность системы стимулирования LL-типа возрастает с ростом параметра x $\propto y_2^*$. Если отсутствуют ограничения на ставки оплаты, то получаем, что при $a_1 = 0$ при «стремлении» x к y_2^* система стимулирования LL-типа «стремится» к системе стимулирования С-типа со скачком в точке x .

Содержательно, максимально эффективной является неоплата (оплата с нулевой ставкой) действий, меньших плана, и компенсация затрат при точном выполнении (и/или перевыполнении плана) или пропорциональная оплата со ставкой, равной предельным затратам агента в точке плана.

Качественно, более высокую по сравнению с системами стимулирования L-типа эффективность систем LL-типа с последовательно возрастающими ставками оплаты можно объяснить тем, что последние "ближе" ("точнее аппроксимируют") к выпуклой функции затрат агента. Кусочно-линейные системы стимулирования LLL-типа, LLLL-типа и т.д. с последовательно возрастающими ставками оплаты будут еще точнее аппроксимировать возрастающую выпуклую функцию затрат агента и, следовательно, будут иметь еще более высокую эффективность, приближаясь (по мере увеличения числа составляющих) к эффективности компенсаторной системы стимулирования.

Системы стимулирования СС-типа и С+С-типа, очевидно, эквивалентны (имеют ту же эффективность и те же минимальные затраты на стимулирование) базовым скачкообразным системам стимулирования (с одним скачком), поэтому подробно рассматривать их мы не будем.

Системы стимулирования L+С-типа и LL+С-типа.

Пусть функция затрат агента удовлетворяет предположениям А.1-А.3 и $c'(0)=0$. Обозначим $y_1^* = c'^{-1}(a_1)$, $y_2^* = c'^{-1}(a_2)$ (см. также системы стимулирования LL-типа). Система стимулирования LL+С-типа в зависимости от соотношения параметров может реализовывать одно трех из действий: y_1^* , x или y_2^* , где x - точка скачка.

По аналогии с исследованием систем LL-типа, для этого класса систем стимулирования можно показать, что их эффективность не ниже, чем эффективность систем L-типа и, естественно, не выше, чем систем K-типа и C-типа.

Системы стимулирования C+D-типа.

Содержательно, при использовании систем стимулирования C+D-типа индивидуальное вознаграждение агента складывается из оклада (выплачиваемого при условии выполнения, например, должностных обязанностей - тарифная система оплаты труда) и компоненты, зависящей от результатов деятельности всей организационной системы, точнее говоря - дохода центра, выражающего интересы системы в целом.

Обозначим $\tilde{c}(x, y) = c(y) - xH(y)$. Тогда целевая функция агента¹ может быть записана в виде:

$$(6) f(x, y) = s(y) - \tilde{c}(x, y).$$

Произведя замену переменных (затрат), мы получили параметрическую (параметр - x) задачу синтеза оптимальной скачкообразной системы стимулирования в ОС с целевой функцией агента, определяемой (6), методы решения которой детально исследованы (см. [71, 72 и др.]). Таким образом, задача поиска оптимальной системы стимулирования C+D-типа решается в два этапа. На первом этапе для фиксированного x ищется оптимальная система стимулирования C-типа. На втором этапе ищется оптимальное значение параметра $x \in \hat{I} [0; I]$.

Системы стимулирования K+A-типа и C+A-типа².

Относительно суммарных систем стимулирования следует сделать следующее общее замечание. Пусть A и B - классы компонент (слагаемых) некоторой суммарной системы стимулирования из класса A+B. Условие реализуемости действия $y^* \in \hat{I} A'$ имеет вид:

$$y \in \hat{I} A' \quad s_{A+B}(y^*) - c(y^*) \geq s_{A+B}(y) - c(y).$$

¹ Отметим, что функция $\tilde{c}(x, y)$ может не удовлетворять тем предположениям, которым удовлетворяет функция затрат $c(y)$.

² Напомним, что «A» обозначает произвольную базовую систему стимулирования.

При этом минимальные затраты на стимулирование по реализации действия y^* равны

$$(7) S_{\min(A+B)}(y^*) = S_A(y^*) + S_B(y^*).$$

Свойство аддитивности минимальных затрат на стимулирование, отражаемое выражением (7), позволяет сделать важный вывод о свойстве суммарных систем стимулирования, в которых одной из компонент является компенсаторная или оптимальная (см. выше) скачкообразная системы стимулирования. Так как одна из компонент (оптимальная С-типа или К-типа) системы стимулирования С+А-типа или К+А-типа компенсирует затраты агента по выбору некоторого действия, то компонента А является "лишней" с точки зрения реализуемости этого действия, играя роль дополнительной мотивации (см. также ниже). Из вышесказанного и (7) следует, что справедлива следующая оценка: " $y^* \hat{I} A$

$$(8) D(K+A, K) = D(C+A, C) = S_A(y^*).$$

Выражение (8) дает возможность легко оценить "экономические" потери от использования систем стимулирования С+А-типа или К+А-типа по сравнению с системами стимулирования С-типа или К-типа.

Содержательно (8) означает, что агент выбирает действие, при котором достигается максимум "дополнительного" (с учетом полностью компенсированных его затрат) вознаграждения $S_A(y)$. Поэтому анализ систем стимулирования С+А-типа или К+А-типа вырождается и заключается в поиске системы стимулирования А, которая будет: 1) иметь максимум в точке, которую хочет реализовать центр; 2) обладать достаточным мотивирующим эффектом; 3) иметь в точке максимума минимальное значение (с учетом второго пункта требований).

Итак, мы рассмотрели основные свойства базовых систем стимулирования: скачкообразных, компенсаторных, пропорциональных и основанных на перераспределении дохода и ряда производных от них систем стимулирования. Сводка полученных выше оценок их сравнительной эффективности (оценок затрат на стимулирование при любых допустимых действиях агента) приведена в таблице 1.

Знак "Э" ("£"), стоящий на пересечении некоторой строки и столбца таблицы 1, означает, что в рамках введенных предположе-

ний при использовании системы стимулирования, соответствующей строке, эффективность всегда не меньше (не больше) а, следовательно, минимальные затраты на стимулирование не больше (не меньше), чем при использовании системы стимулирования, соответствующей столбцу. Знак "?" означает, что соотношение затрат на стимулирование зависит от конкретного случая - параметров организационной системы, то есть свойств целевых функций и допустимых множеств и т.д. – и требует дополнительного исследования в каждом из этих конкретных случаев.

Утверждение 5. Если выполнены предположения А.1-А.4, то сравнительные эффективности базовых систем стимулирования удовлетворяют соотношениям, приведенным в таблице 1.

	C	K	L	D	LL	LL+C	C+D
C	$\frac{3}{4}$	=	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
K	=	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
L	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$?	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$?
D	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$?	$\frac{3}{4}$?	?	$\frac{3}{4}$
LL	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$?	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$?
LL+C	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$?	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$?
C+D	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$?	$\frac{3}{4}$?	?	$\frac{3}{4}$

Таблица 1. Сравнительная эффективность базовых систем стимулирования

Выше были выделены четыре основных, двенадцать суммарных и пятнадцать составных (двойных), то есть всего 31 простая базовая система стимулирования. Мы исследовали (в рамках предположений А.1-А.3 о свойствах параметров модели организационной системы) с той или иной степенью детализации некоторые (К, С, L, D, LL, L+C и др.) из базовых систем стимулирования, отражающих наиболее часто используемые на практике системы индивидуальной заработной платы.

Полное исследование сравнительной эффективности всех базовых систем стимулирование подразумевает, как минимум, попарное сравнение соответствующих минимальных затрат на стимулирование, результатами которого могла бы стать таблица типа

таблицы 1, имеющая $31 \cdot 31 = 961$ ячейку. Заполнение такой таблицы является трудоемкой, но, в принципе, реализуемой задачей. В то же время, такое детальное исследование всех возможных комбинаций представляется нецелесообразным по следующим причинам.

Во-первых, выше при описании результатов исследования комбинаций, вошедших в таблицу 1, мы зачастую вводили те или иные предположения как относительно свойств целевых функций, так и относительно соотношений конкретных параметров, явно оговаривая или неявно подразумевая (будучи обоснованно уверенными [69, 70, 72]), что небольшие изменения этих параметров не повлияют на сделанные выводы и, в частности - на оценки сравнительной эффективности.

Во-вторых, из приведенных результатов видно, что "техника" анализа различных комбинаций практически одинакова (что и является одной из основ упомянутой выше уверенности): следует вычислить действия, реализуемые используемой системой стимулирования, определить минимальные затраты на стимулирование и сравнить их с соответствующими показателями для других базовых систем стимулирования.

Таким образом, с одной стороны, учет всего многообразия возможных вариантов достаточно трудоемок, с другой стороны единообразие, простота и алгоритмичность их анализа свидетельствуют о наличии единых (методологических и методических) подходов к их изучению. Поэтому, наверное, нецелесообразно исследовать все комбинации моделей, а лучше предоставить исследователю операций возможность самостоятельно реализовать в каждом конкретном случае единый подход к изучению как существующих на практике систем оплаты, так и их формальных моделей.

Существенными для проведенного анализа являлись введенные выше предположения о поведении агента - в частности: используемых им принципах рационального выбора, свойствах функции затрат и т.д. Поэтому перспективным направлением дальнейших исследований представляется ослабление этих предположений, то есть расширение множества моделей и исследование возможности использования предложенного выше подхода

(анализ минимальных затрат на стимулирование) в этом более широком их классе.

Кроме того, необходимо установить связь между теорией и практикой, указав откуда «берутся» те или иные параметры, фигурирующие в теоретико-игровых моделях стимулирования в организационных системах. Эта задача решается в последующих частях настоящей работы. Более конкретно – во второй части рассматривается взаимосвязь между теоретико-игровыми моделями стимулирования и моделями экономики труда; третья часть посвящена обсуждению проблем идентификации функции дохода центра, то есть экономических механизмов формирования фонда заработной платы.

ЧАСТЬ II. ЭКОНОМИКА ТРУДА **И ТЕОРЕТИКО-ИГРОВЫЕ МОДЕЛИ**

Экономика труда – раздел экономической теории, изучающий функционирование рынка в сфере труда, то есть поведение работодателей и работников в ответ на действие общих факторов: заработной платы, цен, условий труда и т.д. В контексте исследования базовых систем стимулирования нас будет интересовать индивидуальное поведение на рынке труда (точнее те его составляющие, которые определяются действующими на этом рынке механизмами и системами стимулирования), то есть принципы принятия решений агентом, являющимся субъектом рынка труда.

В рамках моделей, использующихся в экономике труда [53, 88, 96, 113, 119, 132, 134], параметры рыночного равновесия определяются спросом и предложением (балансом спроса и предложения рабочей силы). Так как мы изучаем поведение отдельного агента, то ограничимся рассмотрением моделей *предложения труда*¹.

Сделав маленькое отступление, отметим, что использование условия равенства спроса и предложения рабочей силы позволяет определить *рыночную заработную плату*. В то же время, для фиксированных предприятия и работника существует эффективная заработная плата (см. определение выше), которая соответствует максимизации прибыли предприятия (при этом оптимальное действие агента определяется из условия равенства его предельной производительности и предельных затрат). Так как в определении эффективной заработной платы фигурирует «рыночная» переменная, соответствующая ограничению пособия по безработице (или, что то же самое, ограничению резервной заработной платы), то эффективная заработная плата не ниже рыночной. Подчеркнув это различие, напомним, что в настоящей работе мы исследуем модель взаимодействия агента и центра (соответственно, работника и предприятия), то есть в основном рассматривается именно эффективная, а не рыночная заработная плата.

¹ *Результаты исследования экономических моделей спроса на рабочую силу подробно описаны в [113, 134, 138].*

Прерогативой агента - стороны, предлагающей рабочую силу на рынке труда является, в частности, определение (совместно с работодателем – см. подробности в [96]) продолжительности рабочего времени, понимаемой в широком смысле – и как продолжительность рабочего дня, и как возможную работу в течение неполного рабочего дня и т.д. Для простоты будем считать, что единственной альтернативой рабочему времени является время, затрачиваемое на досуг, поэтому предложение труда эквивалентно спросу на досуг¹ [98, 129, 133, 135].

Опять же для упрощения изложения, пока не будет оговорено особо, будем считать, что совокупный доход пропорционален количеству отработанных часов, то есть предположим, что на рынке труда используются только пропорциональные (повременные) системы стимулирования, в которых ставка оплаты постоянна и не зависит от суммарного количества отработанных часов.

В рамках введенных предположений в равновесии для агента альтернативные издержки одного часа досуга равны ставке заработной платы (и наоборот) – тому дополнительному заработку, который мог бы быть получен при работе в течении этого часа.

Проанализируем поведение агента на рынке труда, то есть исследуем его предпочтения в дилемме «труд – досуг», в рамках которой характеристикой предложения труда является желаемая продолжительность рабочего времени. Анализ будем проводить последовательно усложняя описание модели поведения – от качественного вербального обсуждения к графическому анализу и, наконец, к формальной математической модели².

¹ Обычно в экономике труда считается, что продолжительность рабочего дня не может превышать $T = 16$ часов (как минимум 8 часов в сутки человек должен тратить на сон, прием пищи и т.д.), то есть рабочее время $t \in [0; T]$. Если t – свободное время (время, которое тратится на досуг), то выполнено: $t + t = T$.

² Интересно отметить, что все выводы, получаемые в рамках качественного анализа, остаются в силе и при графическом анализе. То же самое соотношение справедливо для графического и формального анализа. Более того, чем более «формализованное» описание используется исследователем, тем более детальные и конструктивные (в рамках модели) выводы он может сделать.

В экономике труда считается, что индивидуальное поведение на рынке рабочей силы определяется двумя эффектами – дохода и замещения.

Эффект дохода заключается в том, что с увеличением совокупного дохода снижается желаемая продолжительность рабочего времени. Соответственно, если «целью» агента является поддержание совокупного дохода постоянным, то увеличение ставки оплаты в рамках эффекта дохода приведет к сокращению желаемой продолжительности рабочего времени, и наоборот – для поддержания дохода постоянным при сокращении ставки оплаты желаемая продолжительность рабочего времени возрастет. Примером проявления «чистого» эффекта дохода является получение наследства [96].

Эффект замещения заключается в том, что увеличение ставки оплаты приводит к увеличению желаемой продолжительности рабочего времени – альтернативная стоимость одного часа досуга возрастает и агент предпочтет отработать большее количество часов.

Таким образом, если доминирует эффект дохода, то агент реагирует на повышение ставки заработной платы сокращением предложения труда, а если доминирует эффект замещения, предложение труда увеличивается (см. рисунок 17). Изображенная на рисунке 17 кривая зависимости желательной продолжительности рабочего времени t от ставки оплаты a получила название «кривой обратного изгиба» [96].

Пусть полезность агента $u(q, t)$ зависит от его дохода $q \hat{I} \hat{A}'$ и продолжительности ежедневного свободного времени $t \hat{I} [0; T]$, где свободное и рабочее время связаны условием $t + t = T$.

А.5. Функция полезности $u(q, t)$ непрерывно дифференцируема, частично строго монотонна и имеет убывающие и выпуклые кривые безразличия¹.

Если у агента отсутствуют нетрудовые доходы (non-wage income), то его доход равен заработной плате и однозначно определяется продолжительностью рабочего времени, то есть $q(t) = s(t)$.

¹ См. подробное обсуждение свойств кривых безразличия функции полезности в [96, 124].

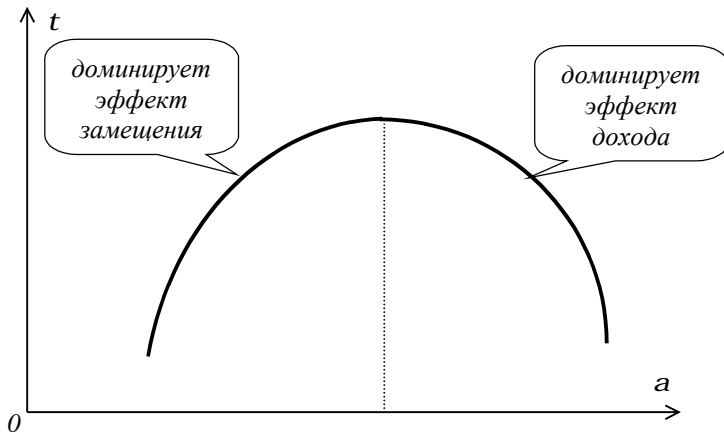


Рис. 17. Зависимость желательной продолжительности рабочего времени от ставки оплаты («кривая обратного изгиба»)

Обозначим g – некоторый фиксированный уровень полезности (см. рисунок 18). Если уравнение $u(q, t) = g$ разрешимо относительно q , то можно получить уравнение кривой безразличия:

$q = v(g, t)$. Обозначая $u'_t = \frac{\partial u(q, t)}{\partial t}$, $u'_q = \frac{\partial u(q, t)}{\partial q}$, получаем выражение для производной кривой безразличия:

$$(1) \frac{dq}{dt} = - u'_t / u'_q.$$

Если a - постоянная ставка оплаты, то кривая бюджетного ограничения $q(t) = s(t)$, где $s(\cdot)$ - функция стимулирования, имеет вид прямой (см. рисунок 18):

$$(2) q(t) = a t = a (T - t).$$

Агент решает задачу выбора такого значения t^* времени досуга (и, соответственно, рабочего времени $t^* = T - t^*$), которое максимизировало бы его полезность:

$$(3) t^* \hat{I} \text{ Arg } \max_{t \in [0; T]} u(q(t), t),$$

где $q(t)$ определяется выражением (2). Необходимое условие оптимальности – равенство нулю производной по t выражения $u(q(t), t)$:

$$u'_q \frac{dq}{dt} + u'_t = 0.$$

Подставляя (2), запишем условие оптимума следующим образом:

$$(4) \quad u'_t = a u'_q.$$

Условие (4) в литературе по предложению труда называется «Roy's Identity» [136].

Воспользовавшись (1), получаем, что необходимое условие оптимальности графически можно интерпретировать как условие касания кривой безразличия прямой бюджетного ограничения (см. рисунок 18).

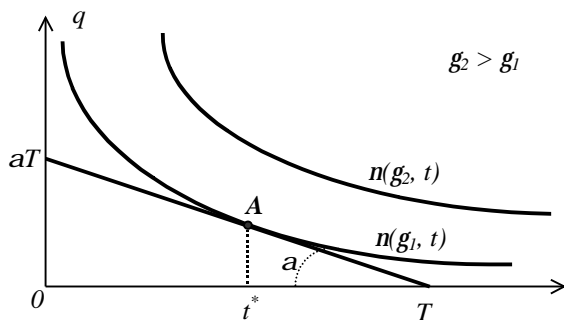


Рис. 18. Кривые безразличия для значений полезности g_1 и g_2 , бюджетное ограничение и условие оптимальности

Отметим, что (4) является условием оптимума при «внутренних» решениях задачи (3). Если максимум в выражении (3) достигается при $t = T$ (граничное решение), то говорят, что имеет место «угловое решение» [96, 113].

Содержательно, «угловое решение» соответствует оптимальности для рассматриваемого агента решению «не работать вообще», так как любой час своего досуга (в том числе и шестнадцатый) он ценит выше предлагаемой ставки оплаты. На рисунке 19 изображено «угловое решение», то есть при ставке резервной

заработной платы \bar{a} и величине «нетрудовых доходов» q_T (доходов агента, не зависящих от количества обрабатываемых часов, например – рента, пособия и т.д.) кривая безразличия g касается прямой бюджетного ограничения в точке A ($t^* = T$ – см. рисунок 19).

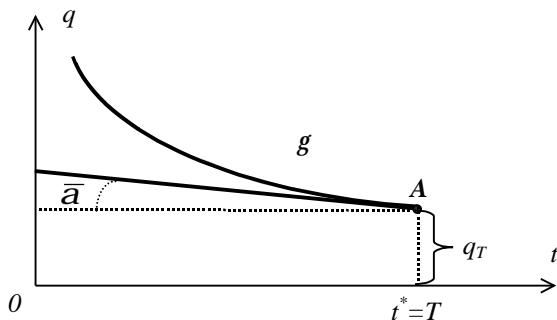


Рис. 19. «Угловое решение»

Рассмотрим пример, иллюстрирующий применение описанного метода определения оптимального времени досуга.

Пример 3. Пусть функция полезности имеет вид¹: $u(q, t) = b q t$, где b – некоторая положительная константа². Кривой безразличия g в данном случае является гипербола: $q(t) = \frac{g}{b} \frac{1}{t}$. Из условия (4)

получаем:

$$(5) t^* = \sqrt{\frac{g}{ab}}.$$

¹ В качестве модельных и теоретических зависимостей функции полезности от дохода и рабочего времени в литературе использовались следующие: $u = q^a t^b$, $u = [a(t + e) + \bar{U}]^a [T - (t + e)]^b$ [101, 103, 105, 113, 119], где a , b и e – некоторые константы, и др.

² В приводимых в настоящей работе примерах фигурируют постоянные коэффициенты. Необходимость их введения обусловлена соображениями согласования размерностей. Так, в рассматриваемом примере коэффициент b имеет размерность «единица полезности / (рубль · час)».

Из выражения (5) следует, что имеют место и эффект дохода:

$$\frac{\partial t^*(a, g)}{\partial a} \Big|_{g=Const} < 0, \text{ и эффект замещения: } \frac{\partial t^*(a, g)}{\partial g} \Big|_{a=Const} \geq 0.$$

Существуют два способа поиска оптимального времени досуга. Первый заключается в использовании условия (4): $\frac{dq}{dt} = -a$.

Проверяя, что оптимально внутреннее решение ($u(0) = u(T) = 0$), получаем: $t^* = T/2$.

Второй способ заключается в «лобовом» решении задачи максимизации полезности (см. (3)):

$$t^* = \arg \max_{t \in [0; T]} u(q(t), t) = \arg \max_{t \in [0; T]} \{ abt(T-t) \} = T/2.$$

Интересно отметить, что при рассматриваемой функции полезности оптимальное решение t^* равно восьми часам и не зависит от ставки оплаты. В то же время, максимальное значение полезности $u^* = abT^2/4$ возрастает с ростом ставки оплаты. •

Напомним, что до сих пор мы рассматривали модели индивидуального поведения на рынке труда в предположении, что за каждый отработанный час агент получает одинаковую оплату (ставка оплаты считалась постоянной). Откажемся от этого предположения, то есть расширим класс допустимых систем стимулирования (любая система стимулирования может рассматриваться как пропорциональная с переменной ставкой оплаты). Кроме того, установим взаимосвязь между базовыми системами стимулирования, рассмотренными в первой части настоящей работы, и описанием индивидуального поведения на рынке труда в рамках предпочтений на множестве «доход – свободное время».

Действием агента будем считать продолжительность рабочего времени t , которая однозначно определяет продолжительность свободного времени: $t = T - t$, то есть $y = t$, $A = [0; T]$. Предположим, что центр использует некоторую (не обязательно пропорциональную) систему стимулирования $s(t)$. Определим функцию «оплаты свободного времени» $\tilde{S}(t) = s(T - t)$. Отметим, что, если $s(x)$ – возрастающая (убывающая, выпуклая, вогнутая) функция, то

$\tilde{S}(t)$ – убывающая (соответственно, возрастающая, выпуклая, вогнутая) функция.

Если функция стимулирования задана, то, фактически, можно считать, что задана и зависимость дохода от свободного времени:

$$q(t) = \tilde{S}(t) = s(T - t).$$

Определяя наиболее предпочтительное (с точки зрения значения своей функции полезности $u(q, t)$) значение продолжительности рабочего времени, агент решает следующую задачу:

$$(6) u(q, t) = u(s(T - t), t) \underset{t \in [0; T]}{\text{max}}.$$

Предполагая существование внутреннего решения t^* ($t^* \in \hat{I}(0; T)$), получаем необходимое условие оптимальности:

$$(7) \frac{u_t}{u_q} = -\tilde{S}'(t) = s'(T - t) = s'(t).$$

Левая часть выражения (7) с точностью до знака совпадает с производной кривой безразличия функции полезности, следовательно в точке оптимума графики кривой безразличия полезности $u(x)$ и функции стимулирования $s(x)$ должны иметь общую касательную. Содержательно это утверждение означает, что предельный доход должен быть равен предельному стимулированию

$$\left(\frac{dq(t^*)}{dt} = - \frac{ds(t)}{dt} \Big|_{t=T-t^*} \right),$$

то есть в точке оптимума альтернативная стоимость единицы свободного времени по абсолютной величине равна скорости изменения вознаграждения.

Второй важный (и достаточно очевидный) вывод, который следует из анализа выражения (7), заключается в том, что в точке оптимума $t^* = T - t^*$ производная функции стимулирования $s(t)$ должна быть положительна (так как положительны обе производные функции полезности, фигурирующие в левой части (7)); действительно, выше предполагалось, что полезность агента возрастает как с ростом дохода, так и с увеличением продолжительности свободного времени). Более того, так как «рабочим» оказывается участок функции стимулирования с положительной производной, то в рамках рассматриваемой модели для любой функции стимулирования найдется монотонная (неубывающая) функция стимулирования

вания, побуждающая агента выбрать то же действие. Следовательно, справедливо следующее утверждение.

Утверждение 6. Если выполнены предположения А.1-А.5, то при решении задач синтеза оптимальных функций стимулирования достаточно (без потери эффективности) ограничиться классом неубывающих функций стимулирования.

Это утверждение вполне согласовано со здравым смыслом и практическим опытом – большим значениям действий (отработанному времени) должно соответствовать большее вознаграждение.

Рассмотрим интерпретации базовых систем стимулирования в терминах функции полезности¹, принимая во внимание, что выше мы предположили, что кривые безразличия функции полезности $u(q, t)$ агента убывающие и выпуклые².

Системы стимулирования К-типа.

Напомним, что компенсаторной выше была названа система стимулирования, которая компенсирует затраты агента, обеспечивая ему некоторый уровень полезности (например, полезность резервной заработной платы \bar{U}). Множество допустимых вознаграждений агента при ограничении C механизма стимулирования заштриховано на рисунке 20.

Если центр гарантирует агенту значение полезности, равное полезности резервной заработной платы, то компенсаторная система стимулирования $S_K(t)$ может быть найдена из следующих соот-

¹ Так как целевая функция агента аддитивна (по доходу и времени), то в рамках установления соответствия между функцией полезности и целевой функцией [108, 116, 130] возникает задача аддитивной представимости полезности агента [111, 140]. Некоторые аспекты этой задачи для случая моделей стимулирования обсуждались в [47]. Более подробное изучение этого вопроса выходит за рамки настоящей работы и представляет интерес в качестве объекта самостоятельного исследования.

² Подчеркнем, что для упрощения изложения считается, что задача (б) имеет внутреннее решение, то есть исключим из рассмотрения «угловое решение», при котором оптимальная для агента продолжительность свободного времени равна T (при этом стимулирование бессмысленно, так как агент обрабатывает нулевое число часов, как и в случае полного отсутствия стимулирования).

ношений (см. определение множества реализуемых действий выше):

$$(8) \quad u(\tilde{S}_K(t), t) = \bar{U},$$

$$(9) \quad s_K(t) = \tilde{S}_K(T - t).$$

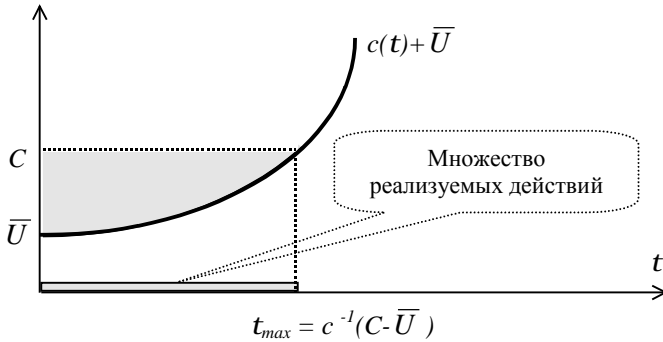


Рис. 20. Множество допустимых вознаграждений АЭ

Из (8) следует, что график функции $\tilde{S}_K(t)$ совпадает с кривой безразличия функции полезности, определяемой условием: $g = \bar{U}$ (см. рисунок (21)). Так как кривая безразличия - убывающая и выпуклая, следовательно компенсаторная система стимулирования (а также, как мы знаем из результатов первой главы, функция затрат агента) является возрастающей и выпуклой (см. рисунок 21). Кривая безразличия, соответствующая гарантированной полезности агента \bar{U} , на рисунке 21 выделена жирной линией.

На рисунке 21 также изображена (жирной штрих-пунктирной линией) компенсаторная функция стимулирования $s_K(t)$, соответствующая данной функции полезности агента (отметим, что при $t > t_{max} = T - t_{min} = c^{-1}(C - \bar{U})$ компенсаторное вознаграждение превысит ограничение C).

Итак, компенсация затрат в модели индивидуальных предпочтений означает, что агент «находится» на изокванте полезности и безразличен между всеми продолжительностями рабочего времени. Если выполнена гипотеза благожелательности, то он выберет продолжительность рабочего времени, оговоренную в контракте.

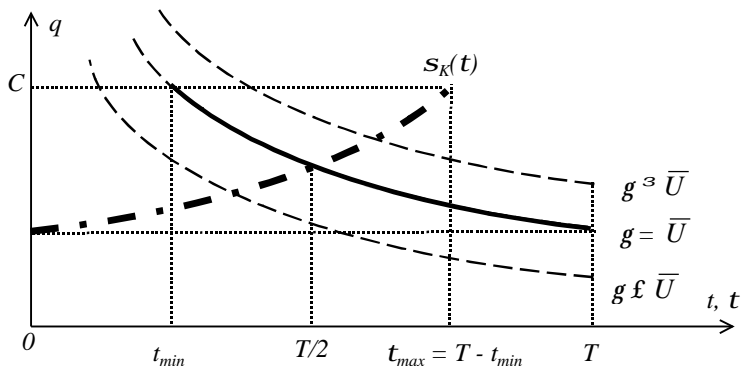


Рис. 21. Компенсаторная функция стимулирования

Приведем доказательство оптимальности систем стимулирования К-типа (в задачах первого и второго рода) в терминах функции полезности. Пусть центр хочет побудить агента отработать t^* часов. Свободное время при этом равно $t^* = T - t^*$. Наличие резервной заработной платы ограничивает множество возможных значений вознаграждения полуинтервалом АВ (см. рисунок 22).

Задача синтеза оптимальной функции стимулирования сводится к поиску такого бюджетного ограничения, которое касалось бы некоторой кривой безразличия на отрезке АВ, причем желательно, чтобы величина вознаграждения в точке касания была минимальна, то есть чтобы точка касания находилась как можно ближе к точке А, а в идеале – совпадала бы с ней. Кривая безразличия, проходящая через точку А, соответствует ограничению резервной заработной платы. Если рассматривать ее саму как бюджетное ограничение, то получим, что последнему соответствует именно компенсаторная система стимулирования. При ее использовании затраты на стимулирование по реализации действия t^* равны q_A (см. рисунок 22).

Если попытаться найти оптимальную пропорциональную систему стимулирования, реализующую то же действие t^* , то получим, что соответствующим ей бюджетным ограничением является прямая, касающаяся кривой безразличия $\tilde{g} > g = \bar{U}$ в точке С (см. рисунок 22). Через точку С проходит кривая безразличия, соответ-

ствующая строго большей полезности, чем полезность резервной заработной платы. Поэтому, хотя пропорциональная система стимулирования и реализует действие t^* , она реализует его с затратами на стимулирование q_C , строго большими, чем минимально необходимые. Разность $q_C - q_A$ показывает насколько переплачивает центр при использовании пропорциональных систем стимулирования по сравнению с компенсаторными. Аналогичные рассуждения можно привести, иллюстрируя их графиками (см. ниже), и относительно эффективности других базовых систем стимулирования в сравнении с компенсаторными и друг с другом.

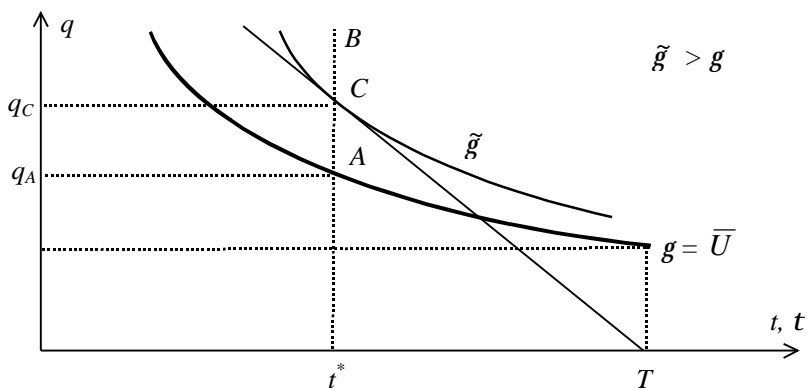


Рис. 22. Оптимальность функции стимулирования K-типа

Из всех базовых систем стимулирования только компенсаторные зависят непосредственно от затрат агента. Поэтому при рассмотрении остальных базовых систем стимулирования учет полезности агента будет производиться не столь явным образом, как это делалось выше для компенсаторных. Реализуемое действие будем обозначать как и ранее t^* ($t^* = T - t^*$). Аналогия приводимых ниже результатов с результатами анализа пропорциональных систем стимулирования следующая – **функция поощрения $\tilde{S}(t)$ является бюджетным ограничением, которого в точке оптимума должна "касаться" кривая безразличия агента.**

Системы стимулирования С-типа.

Напомним, что при использовании скачкообразных систем стимулирования $S_C(t)$ агент поощряется на фиксированную величину только в том случае, если его действие (продолжительность рабочего времени t) не меньше, чем заданный норматив x . Соответствующая функция $\tilde{S}_C(t)$ определяется следующим образом: агент поощряется на фиксированную величину только в том случае, если продолжительность его свободного времени t не больше, чем заданный норматив x .

На рисунке 23 представлены: скачкообразная система стимулирования $\tilde{S}_C(t)$ со скачком в точке x ; кривая безразличия $g = \bar{U}$ полезности обозначена пунктиром, она совместно с ограничением механизма стимулирования C определяет минимальную продолжительность свободного времени t_{min} , которую центр может побудить выбрать агента; кривая безразличия функции полезности (соответствующая максимальному при данной системе стимулирования значению полезности агента) обозначена непрерывной линией, эта кривая безразличия характерна тем, что она касается¹ $\tilde{S}_C(t)$ в точке А.

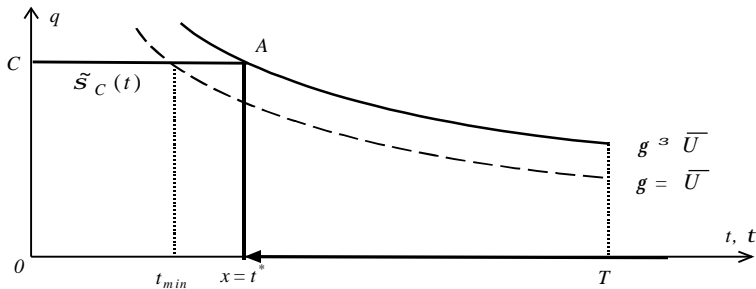


Рис. 23. Скачкообразная функция стимулирования

¹ Оптимальная продолжительность рабочего времени (то есть продолжительность, максимизирующая полезность агента при данной зарплате) в рассматриваемом случае определяется уже не «дифференциальными» условиями первого порядка (условие касания), а общим видом условий реализуемости действия (условий глобального максимума недифференцируемой функции).

Значение времени досуга, равное t_{min} , соответствует максимальной продолжительности рабочего времени, которое центр может побудить отработать агента, используя скачкообразные системы стимулирования, ограниченные сверху константой C (доход агента, равный C , при $t = t_{min}$ обеспечивает ему минимальный уровень полезности, соответствующий резервной заработной плате).

Системы стимулирования L-типа (то есть линейные - с постоянной ставкой оплаты) подробно рассмотрены выше.

Остановимся более подробно на взаимосвязи сдельной и повременной оплаты. Как отмечалось выше (см. вторую главу), если результат деятельности агента, достигаемый за единицу времени (являющуюся основой отсчета при повременной оплате – минута, час, день и т.д.), постоянен и не зависит от количества уже отработанных часов, то с точки зрения теоретического анализа сдельная и повременная системы оплаты полностью эквивалентны – между ними существует линейная связь (то есть результат деятельности у прямо пропорционально рабочему времени t). Если результат деятельности агента, достигаемый за единицу времени, зависит от количества уже отработанных часов, то между повременной и сдельной оплатой существуют различия.

В работах зарубежных исследователей по экономике труда [101] обычно принимается следующий вид зависимости между результатами деятельности y и текущей продолжительностью рабочего времени t (см. рисунок 24). На рисунке 25 изображен график производной $\frac{dy(t)}{dt}$ кривой $y(t)$ – кривая *производительности деятельности* агента (результат деятельности, достигаемый в единицу времени).

Содержательно, низкая производительность в начале рабочего дня обусловлена эффектом «вработывания» (или адаптации) – агент переключается (промежуток времени $[0; t_1]$) на новый (по сравнению, например, с отдыхом) вид деятельности – работу. Постепенно производительность растет (промежуток времени $[t_1; t_2]$, достигая максимума в момент времени t_2 (или в более общем случае в некотором интервале времени). Затем, после мо-

мента времени t_2 , начинает сказываться, например, усталость, и производительность начинает убывать.

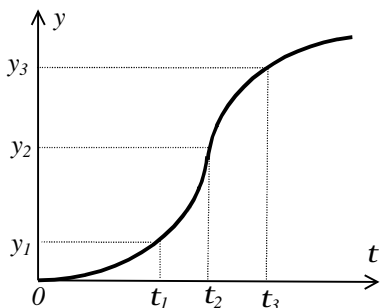


Рис. 24. Зависимость результата (кумулятивного) деятельности агента от времени

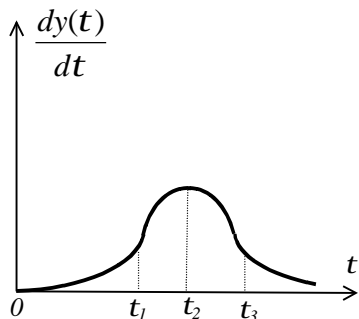


Рис. 25. Производительность деятельности агента

В многочисленных исследованиях (проведенных в основном в доперестроечный период) отечественных ученых [2, 7, 27, 77] также встречаются кривые (зависимости производительности труда от времени в течение рабочего дня¹) типа приведенных на рисунке 25. Эскиз графика характерной зависимости производительности труда рабочих (с учетом перерыва на обед) от времени изображен на рисунке 26 (нулевой момент времени соответствует началу рабочего дня; во время обеденного перерыва – на интервале $[t_1; t_2]$ – производительность равна нулю; момент времени t_3 соответствует окончанию рабочего дня). Содержательные интерпретации участков возрастания, постоянства и убывания производительности труда очевидны.

¹ Следует отметить, что и отечественными, и зарубежными учеными исследовались зависимости производительности труда от времени не только в течение рабочего дня, но и в течение рабочей недели, месяца, года и т.д.

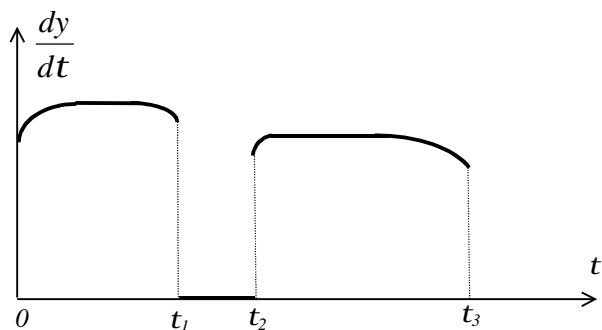


Рис. 26. Зависимость производительности труда от времени в течение рабочего дня

Нелинейное изменение результата деятельности агента во времени позволяет выделить два «типа» агентов [101], которых следует оплачивать по-разному. Поясним последнее утверждение. Если принять, что функция затрат агента имеет вид, изображенный на рисунке 24, то при использовании центром компенсаторной системы стимулирования кривые безразличия агента могут касаться кривой бюджетного ограничения в одной из двух характерных точек – точке А, в которой кривая бюджетного ограничения вогнута (первый «тип»), или в точке В, в которой кривая бюджетного ограничения выпукла (второй «тип» – см. рисунок 27).

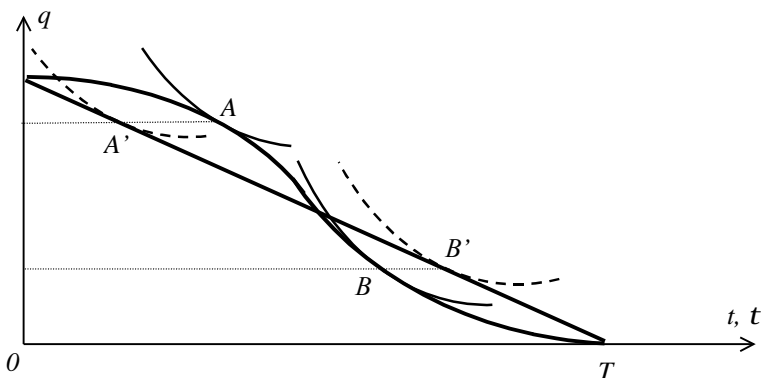


Рис. 27. Два «типа» агентов

Если цель центра заключается в том, чтобы при минимальном вознаграждении агента побуждать его к увеличению продолжительности рабочего времени, то для агентов первого типа следует использовать повременную систему (пропорциональную, в которой показателем является продолжительность рабочего дня) стимулирования, а для агентов второго типа – сдельную (компенсаторную, в которой показателем является результат деятельности) – см. горизонтальные прямые и точки А, А' и В, В' на рисунке 27.

Системы стимулирования D-типа. Напомним, что в системах стимулирования, основанных на перераспределении дохода, вознаграждение агента пропорционально (с коэффициентом пропорциональности не зависящим от действия агента) доходу центра $H(y)$, который зависит от действия агента, то есть $s_D(t) = xH(t)$, $x \in [0; 1]$.

Если функция дохода центра вогнутая (что обычно предполагается как в теоретико-игровых, так и в экономических моделях [39, 41, 43]), то функции $s_D(t)$ и $\tilde{s}_D(t)$ также являются вогнутыми. На рисунке 28 изображены функции стимулирования $s_D(t)$ и $\tilde{s}_D(t)$, а также кривая безразличия, соответствующая максимальному значению полезности агента (эта кривая касается кривой $\tilde{s}_D(t)$ в точке А).

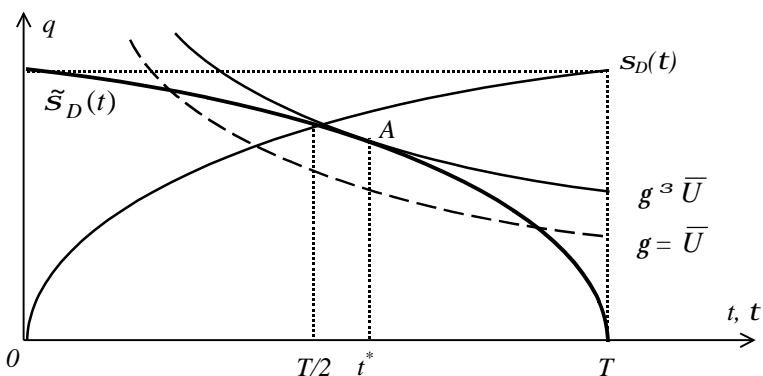


Рис. 29. Функция стимулирования D-типа

Вогнутые функции стимулирования.

Пусть функция стимулирования (бюджетное ограничение) вогнутая, а кривая безразличия агента – выпуклая (см. рисунок 29). Тогда для данной системы стимулирования можно произвести линейризацию (см. выше), то есть найти систему стимулирования L+C-типа, реализующую то же действие, что и исходная система стимулирования. Величина q_T называется *нетрудовым доходом* (она равна доходу агента при нулевом рабочем времени).

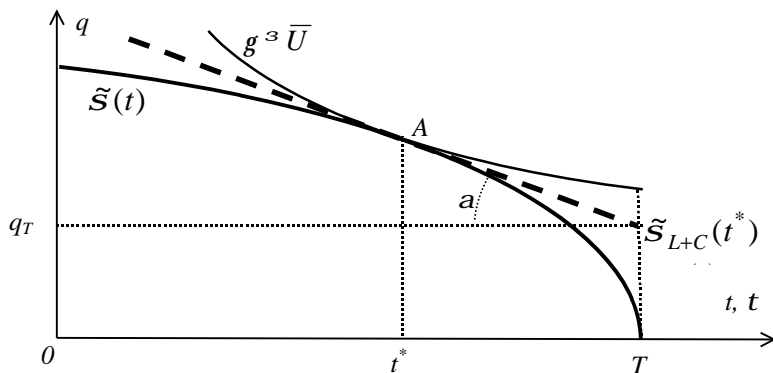


Рис. 29. Линейризация вогнутой функции стимулирования

Итак, мы рассмотрели описание основных базовых систем стимулирования в терминах экономики труда. Используя полученные результаты, легко получить аналогичные описания для остальных базовых систем стимулирования. Проиллюстрируем возможность переноса на примере составных и суммарных систем стимулирования.

Системы стимулирования LL-типа (составные). Напомним, что составной системой стимулирования LL-типа называется такая система стимулирования, в которой агент поощряется пропорционально действию, причем на различных участках множества возможных действий $A = [0; T]$ коэффициенты пропорциональности a_1 и a_2 различны. Так как выше было показано, что оптимальная система стимулирования должна быть возрастающей и выпуклой, то рассмотрим случай, когда $0 < a_1 \leq a_2$ (при $a_1 = a_2$ получим

подробно рассмотренную выше систему стимулирования L-типа). Условием оптимальности является равенство ставки оплаты и альтернативной стоимости одного часа досуга. Следовательно, возможны три варианта – кривая безразличия полезности агента касается бюджетной кривой, имеющей вид ломаной, либо на линейном участке с углом наклона a_1 (точка А - см. рисунок 30), либо на линейном участке с углом наклона a_2 (точка В - см. рисунок 31), либо на обоих участках сразу (точки А и В - см. рисунок 32) – см. также описание систем стимулирования LL-типа в разделе 1.3.

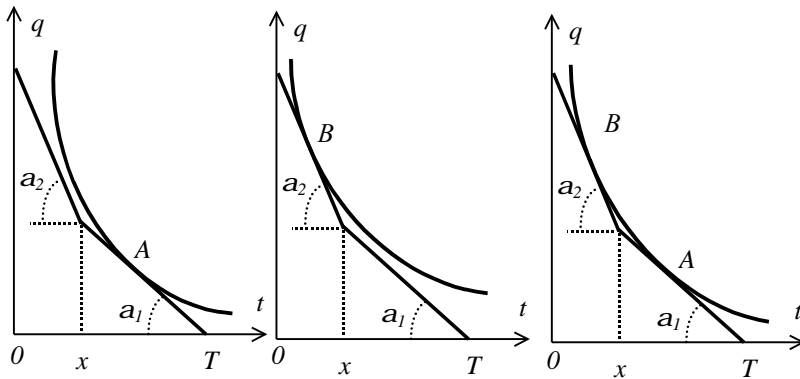


Рис. 30.

Рис. 31.

Рис. 32.

Система стимулирования LL-типа

Системы стимулирования L+C-типа (суммарные). Напомним, что суммарной системой стимулирования L+C-типа называется такая система стимулирования, при использовании которой агент поощряется пропорционально действию, причем, если его действие (количество отработанных часов) превышает норматив x , то ему доплачивается постоянная величина C . Как и ранее, возможны три варианта – кривая безразличия полезности агента касается бюджетной кривой, имеющей вид разрывной прямой, на линейном участке с углом наклона a либо правее точки x (точка А - см. рисунок 33), либо левее этой точки (точка В - см. рисунок 34), либо, что не исключено в силу выпуклости кривых безразличия, одновременно в точке x и правее ее (точки А и В - см. рисунок 35).

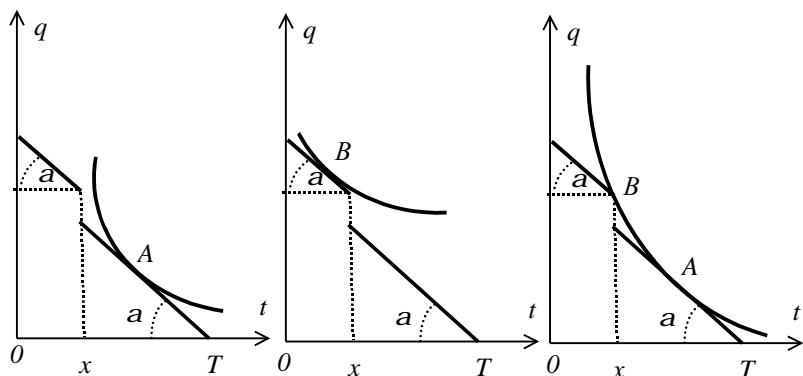


Рис. 33.

Рис. 34.

Рис. 35.

Система стимулирования L+C-типа

Итак, мы рассмотрели взаимосвязь между теоретико-игровыми моделями стимулирования и экономическими моделями предложения труда. Проведенный анализ позволил не только провести содержательные аналогии, но и установить количественные соотношения между параметрами этих двух классов моделей.

В контексте настоящего исследования важный качественный вывод, который можно сделать – это то, что изучение моделей индивидуального поведения на рынке труда (точнее говоря – выявление зависимости желательной продолжительности рабочего времени от ставки оплаты и определение на основе этой информации свойств функции полезности [50, 103, 105, 106, 118, 123]) позволяет использовать функцию затрат, которая является существенной компонентой теоретико-игровой модели. Значит, для того, чтобы найти функцию затрат, необходимо знать функцию индивидуальной полезности или более частные зависимости, определяющие поведение агента на рынке труда, что выдвигает конструктивные требования к процедуре идентификации [56, 91, 95] систем стимулирования в реальных организационных системах [47, 50].

ЧАСТЬ III. МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФОНДА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

В модели индивидуального стимулирования, рассмотренной в первой части настоящей работы, предпочтения участников организационной системы описывались их целевыми функциями. Целевая функция центра $F(s, y)$ представляла собой разность между его доходом $H(y)$ от деятельности агента $y \in A$, принадлежащего допустимому множеству A , и стимулированием $s(y)$, $s(y) \in M$, принадлежащим допустимому множеству M , то есть:

$$F(s, y) = H(y) - s(y).$$

Целевая функция агента $f(s, y)$ являлась разностью между его «доходом» - стимулированием, то есть вознаграждением, выплачиваемым ему центром, и затратами $c(y)$:

$$f(s, y) = s(y) - c(y).$$

Таким образом, при рассмотрении задач стимулирования модель организационной системы задается предпочтениями участников в отсутствие стимулирования и допустимыми множествами: $\Sigma = \{H(x), c(x), M, A\}$. При описании той или иной реальной организационной системы множества допустимых стратегий (функций стимулирования и действий агента), как правило идентифицируются достаточно просто¹.

Если деятельность агента оценивается такими показателями как отработанное время, объем выпуска, объем реализованных товаров и т.д., то множество его возможных действий определяется множеством тех значений показателей, которые являются допустимыми с точки зрения физических и технологических ограничений. Понятно, что, например, отработанное время не может быть отрицательным, объем реализованных товаров не может превышать их количество, имеющееся на складе, и т.д.

Ограничения на стимулирование (класс допустимых систем стимулирования) в каждом конкретном случае также определяются достаточно просто. Как правило, они заданы экзогенно, то есть фиксированы, или связаны с функцией дохода центра – см. более подробно ниже. При этом целесообразно различать (иногда услов-

¹ Исключение составляет случай, когда множество допустимых действий агента зависит от неизвестных центру параметров [14, 73, 90].

но) два типа ограничений на стимулирование. Первый тип – ограничения на абсолютную величину вознаграждения агента. Например, из неотрицательности целевой функции центра (из условия индивидуальной рациональности) следует, что при данном действии агента величина его вознаграждения не должна превышать доход центра от этого действия. Второй тип – ограничения на свойства зависимости вознаграждения агента от его действия. Второму типу ограничений соответствует, например, требование использования одного из классов базовых систем стимулирования – пропорциональных (повременных, сдельных и др. с фиксированными ставками оплаты), скачкообразных (аккордных, премиальных и др.) и т.д.

Сложнее дело обстоит с определением таких компонентов модели организационной системы как функция дохода центра и функция затрат агента. Последняя может идентифицироваться в рамках экспериментального исследования предпочтения агентов, выполняемого в рамках методологии, описанной во второй части настоящей работы, объединяющий теоретико-игровые модели и модели экономики труда. Поэтому перейдем к подробному обсуждению функции дохода центра.

В данной части настоящей работы предполагается (там где это необходимо), что функция затрат единственного агента известна, и основной акцент делается на исследование взаимосвязи между функцией дохода центра и основными экономическими и финансовыми показателями деятельности организации, интересы которой отражает центр.

Другими словами, мы попытаемся ответить на вопрос о том как по известным, например, из финансовой отчетности организации показателям ее деятельности определить «функцию дохода», которая может быть использована в теоретико-игровой модели для синтеза оптимальной системы стимулирования.

Традиционно системы оплаты труда делятся на тарифные и бестарифные [19, 20, 35]. И в тех, и в других системах оплаты фигурируют определенные параметры, коэффициенты, нормативы и т.д., однозначно определяющие вознаграждение агента данной квалификации, выполняющего данную работу в данных условиях.

В тарифных системах оплаты такими коэффициентами являются тарифные ставки, нормы трудозатрат и др., в бестарифных

системах – коэффициенты квалификационного уровня, трудового участия, параметры, определяющие «вилки» окладов, и др. В государственных организациях (в целях унификации, если не требуется делать различий, под «организацией» или ОС здесь и далее мы будем понимать предприятия, фирмы, организации, ведомства и т.д.) эти параметры системы оплаты труда регулируются законодательно (примерами могут служить единая тарифная сетка, различные тарифно-квалификационные нормативы и т.д.). В негосударственных организациях наиболее распространена практика, когда непротиворечащие (а иногда и противоречащие) законодательству условия оплаты труда устанавливаются руководством организации, причем далеко не всегда эти условия обоснованы и увязаны с результатами экономической деятельности организации¹.

Следовательно, при заданном составе агентов² и фиксированном классе допустимых систем стимулирования возникает задача определения оптимальных значений параметров зависимости вознаграждения от действий агентов. Так как параметры системы стимулирования определяют действия, выбираемые агентами, а последние, наряду с величинами вознаграждений, приводят к определенным результатам деятельности организационной системы в целом³, то для решения этой задачи необходимо установить взаи-

¹ В качестве «оправдания» подобных действий руководства можно отметить, что в большинстве работ (как монографий, так и учебных пособий) по оплате труда подробно рассматриваются «формулы», определяющие размер вознаграждения агента при заданных коэффициентах тарифных и бестарифных систем оплаты. Однако, так как вопрос о том как определять эти коэффициенты (и, тем более, вопрос об оптимальных по тем или иным критериям значениях этих коэффициентов), и как они должны учитывать предпочтения агентов, не поднимается, то мотивирующая функция заработной платы остается в большинстве случаев декларацией.

² Если условия оплаты заданы, то одной из задач, которую может решать руководство организации является задача определения состава агентов и структуры их взаимодействия, которые окажутся оптимальными в заданных условиях деятельности организации. Возможные подходы к формулировке и решению подобных задач обсуждаются в [73].

³ Любая организационная система является субъектом экономических, социальных и других отношений, поэтому ее деятельность должна

мосвязь между действиями агентов и их вознаграждениями с одной стороны, и результатами деятельности системы с другой стороны.

В первом приближении можно выделить два подхода к описанию взаимосвязи между параметрами системы стимулирования и результатами деятельности организации¹. Так как конечной целью (критерием оптимизации) является увеличение (или уменьшение) значений основных показателей деятельности организации, то оба подхода имеют много общего. Различия между ними обусловлены тем, какие факторы - действия агентов или результат деятельности организации - выбираются за основу рассмотрения.

Первый подход - «снизу – вверх» - заключается в том, что для заданной системы оплаты определяются действия, которые выбираются агентами при ее использовании, и те затраты на стимулирование (ФЗП), которые несет при этом центр. Действия агентов и ФЗП входят в основные показатели деятельности организации, поэтому, варьируя систему стимулирования, можно генерировать различные варианты значений этих показателей, и затем выбирать ту систему стимулирования, на которой достигаются наилучшие значения показателей. Методики вычисления индивидуальных вознаграждений агентов, фондов оплаты труда подразделений и организации в целом для различных систем оплаты подробно рассмотрены в литературе (см., например, работы [23, 37, 52, 92]), поэтому останавливаться на них мы не будем. Одним из основных недостатков подхода «снизу-вверх» является слабая взаимосвязь между вознаграждением конкретного агента и результатами деятельности организации².

рассматриваться во взаимосвязи с деятельностью других субъектов [21, 22, 61, 63].

¹ В литературе по оплате труда эта проблема обычно называется проблемой формирования фонда заработной платы [20, 37].

² Широкое распространение в малых и средних негосударственных (в основном – торговых, посреднических, выпускающих научно-техническую продукцию и др., но иногда и в производственных) организациях получила система оплаты труда, при которой вознаграждение агента кратно некоторой нормативной величине, а индивидуальный коэффициент кратности либо устанавливается по той или иной методике [23, 24, 33, 34], либо просто назначается руководителем соответствующего уровня. Понятно, что при этом величина ФЗП пропорциональна сумме индивидуальных коэффициентов, а норматив может быть легко

Второй подход - «сверху – вниз» (иногда его называют «остаточным принципом») - к описанию взаимосвязи между параметрами системы стимулирования и результатами деятельности организации заключается в следующем. В показателях деятельности организации в целом, в том числе - зависящих от результатов деятельности (действий) агентов, выделяются составляющие, зависящие от фонда оплаты труда. Затем, с учетом интересов и предпочтений агентов (собственно задача стимулирования в терминологии, которой следует настоящая работа – см. первую часть) определяется система оплаты труда¹ (и, следовательно, действия агентов), которая приводит к наилучшим значениям показателей деятельности организации.

Второй подход в большей степени, чем первый, учитывает результаты деятельности организации, однако при его использовании возникают трудности, связанные с необходимостью корректного учета специфики конкретной организации, для которой он применяется, поэтому рассмотрим остаточный принцип более подробно.

В политике заработной платы важное место занимает выбранный метод формирования средств на оплату труда агентов, участвующих в деятельности организации. Методы формирования фонда заработной платы (ФЗП) прямо или косвенно влияют на показатели деятельности организации в целом, а те в свою очередь – на фактическую величину вознаграждения, то есть - заработной платы, премий, доплат, надбавок и т.д.²

выбран таким образом, чтобы обеспечить заданное значение ФЗП. Вопрос о рациональном выборе величины ФЗП при этом все равно остается открытым.

¹ В [4, 37, 75] предлагаются следующие способы формирования средств на оплату труда работников подразделений (см. также системы стимулирования D-типа выше): на основе экономических нормативов; путем распределения фондов оплаты труда на основе коэффициентов трудового вклада подразделений; прямым счетом по нормативам трудоемкости; на основе различного сочетания названных методов. Наиболее ярким примером остаточного принципа является иерархический принцип.

² Можно с сожалением констатировать, что на сегодняшний день на предприятиях России не просматривается четкой взаимосвязи между объемом производства и вознаграждением за труд. В результате стимулирующая роль оплаты труда снизилась, а рост среднемесячной заработной платы в значительной степени обусловлен инфляцией.

Перечислим кратко некоторые методы формирования фонда заработной платы.

Уровневый метод. При использовании уровневого метода ФЗП определяется в процентах к объему производства (по себестоимости). Применяемый первоначально (в бывшей социалистической экономике СССР) для автотранспортных и строительных предприятий, этот метод постепенно распространился на ряд предприятий других отраслей. Если процент (доля заработной платы) фиксирован, то объем производства однозначно определяет величину ФЗП. Данный метод может рассматриваться как основанный на использовании систем стимулирования D-типа, следовательно, он обладает всеми недостатками, присущими этому классу систем стимулирования - см. главу 3 и [69, 71, 73]. Его преимуществом является ярко выраженная направленность на мотивацию увеличения объема производства, которая должна соотноситься с соответствующими затратами агентов, что устанавливает границы эффективности применения уровневого метода.

Нормативно-приростной метод. При использовании нормативно-приростного метода рост ФЗП относительно существующего базового уровня производится в расчете на один процент увеличения объема производства. Недостатком данного метода является стимулирование роста количественных показателей, но не качества и, тем более, не экономии ресурсов.

И уровневый, и нормативно-приростной метод связаны с предварительным расчетом ожидаемой в плановом периоде доли заработной платы в общем объеме того или иного базового показателя (оценки объема продукции или ее прироста). Более того, их общим существенным недостатком является то, что процент, который составляет (или на который увеличивается) ФЗП не зависит от абсолютной величины базового показателя.

Наверное, более эффективным оказалось бы использование гибких нормативов, то есть нормативов, зависящих от абсолютной величины базового показателя. Однако, на сегодняшний день они не нашли достаточного распространения на практике¹.

¹ Отметим, что, вводя, например, переменные нормативы, мы сразу переходим из класса параметрических систем стимулирования (D-типа или L-типа) в гораздо более широкий класс непараметрических систем стимулирования.

Остаточный метод¹. Как отмечалось выше, при использовании остаточного метода (принципа) ФЗП выступает составной частью более общего показателя хозяйственно-финансовой деятельности организации, например – хозрасчетного коммерческого дохода, включающего также и прибыль.

Вся сложность оценки достоинств и преимуществ остаточного метода заключается в том, что каких-либо относительно общих научно обоснованных размеров доли (в абсолютных или относительных единицах), например, валового дохода, оставляемого на оплату труда, на сегодняшний день не существует. Несомненно, что эта доля не может быть меньше, чем произведение минимальной ставки оплаты труда на численность работников, и больше, чем валовой доход. Не вводя дополнительных предположений, сказать что-либо более конкретное нельзя, поэтому рассмотрим остаточный метод более подробно.

Финансовая модель организации. Для того чтобы привести какие-либо рекомендации относительно использования остаточного метода формирования ФЗП необходимо рассмотреть взаимосвязь между основными показателями финансово-хозяйственной деятельности организации², то есть построить ее «финансовую модель»³.

¹ Следует отметить, что в настоящей работе мы будем трактовать остаточный метод формирования ФЗП несколько более широко, чем это принято в литературе по оплате труда, а именно – как метод определения и суммарного ФЗП, и индивидуальных вознаграждений, при котором первичными являются общие показатели деятельности организации.

² Описание современных программных средств управления персоналом, использующих в том числе показатели финансово-хозяйственной деятельности, можно найти в [31, 76, 83].

³ Употребление кавычек обусловлено тем, что финансовый анализ деятельности организаций представляет собой интенсивно развивающееся направление теоретических и прикладных исследований деятельности организаций. Так как настоящая работа посвящена системам стимулирования, то мы ни в коей мере не претендуем на создание сколь либо полной и оригинальной финансовой модели организации.

Для простоты рассмотрим организацию, состоящую из центра и одного агента и описываемую следующими *основными показателями финансово-хозяйственной деятельности*:

- *действие агента* у $\hat{I} A$, которое (как и выше) может интерпретироваться как отработанное время, объем выпущенной продукции или оказанных услуг и т.д.;
- $c_0 \text{ }^3 0$ – постоянные издержки организации (центра), включая амортизационные отчисления, коммерческие и др. расходы;
- $c_0(y) \text{ }^3 0$ – переменные издержки организации, включая, материальные затраты и т.д.;
- $W(y)$ – доход организации, зависящий от действий агента (например, выручка от реализации);
- $V(y)$ – валовая прибыль;
- r_1 - ставка налога с прибыли¹;
- $P(y)$ – чистая прибыль;
- $S(y)$ – себестоимость;
- $s(y)$ – вознаграждение агента;
- $c(y)$ – затраты агента;
- r_2 - суммарные начисления на оплату труда;
- $R(y)$ – единый фонд, включающий резервный фонд, фонд потребления и фонд накопления.

Понятно, что перечисленные показатели не являются независимыми.

Себестоимость продукции представляет собой сумму материальных затрат, амортизационных отчислений, коммерческих расходов, расходов на оплату труда и отчислений по заработной плате, то есть: $S(y) = c_0 + c_0(y) + s(y) + r_2 s(y)$.

Валовая прибыль $V(y)$ является разностью между доходом и себестоимостью: $V(y) = W(y) - S(y)$.

Чистая прибыль $P(y)$ определяется по валовой прибыли после уплаты соответствующих налогов: $P(y) = (1 - r_1) V(y)$.

¹ В рассматриваемой упрощенной модели считается, что существуют два вида налогов - налог с прибыли (в который условно могут быть включены многие действующие налоги) и отчисления по заработной плате (включающие отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, в фонд занятости и подоходный налог).

Чистая прибыль может распределяться на фонды потребления, накопления и резервный фонд, то есть: $(I - r_1) V(y) = R(y)$.

Собирая воедино четыре уравнения, приведенных выше, получаем следующее балансовое условие:

$$(1) R(y) = (I - r_1) [W(y) - c_0 - c_0(y)] - (I + r_2) S(y).$$

Введем следующее **предположение**: целью центра является максимизация единого фонда $R(y)$, включающего резервный фонд, фонд потребления и фонд накопления. Другими словами, предположим, что целевая функция центра определяется величиной единого фонда, то есть $F(y) = R(y)$.

Вспомним теперь, что в теоретико-игровой модели стимулирования центр стремится максимизировать разность между своим «доходом» и затратами на стимулирование $\vartheta(y, s)$, то есть: $F(s, y) = H(y) - J(y, s)$. Сравнивая это выражение с (1)¹, замечаем, что в качестве функции дохода центра может рассматриваться следующая величина:

$$(2) H(y) = (I - r_1) [W(y) - c_0 - c_0(y)],$$

то есть разность между доходом организации и ее собственными затратами (т.е. всеми затратами за исключением затрат на стимулирование), а в качестве затрат на стимулирование:

$$J(y, s) = (I - r_1) (I + r_2) S(y).$$

Таким образом, в терминах основных показателей финансово-хозяйственной деятельности организации теоретико-игровую задачу стимулирования можно сформулировать как задачу максимизации следующего критерия:

$$(3) (I - r_1) [W(y) - c_0 - c_0(y)] - J(y, s) \text{ @ } \max_{s \in M},$$

¹ Отметим, что множитель $(I - r_1)$ входит и в выражение для $H(y)$, и в выражение для $S(y)$, поэтому при максимизации целевой функции $F(y, s)$ он, как и множитель $(I + r_2)$ в выражении для затрат на стимулирование, может не учитываться, однако его следует учитывать при анализе условий индивидуальной рациональности. В дальнейшем для простоты можно считать, что отчисления с заработной платы и налоги с прибыли отсутствуют (то есть $r_1 = r_2 = 0$). Все качественные выводы (и методика количественного анализа) при этом останутся в силе.

при условии, что агент выбирает действие, доставляющее максимум его целевой функции при заданной системе стимулирования, то есть:

$$(4) y \hat{I} \text{ Arg } \max_{z \in A} \{s(z) - c(z)\}.$$

Итак, помимо функции затрат агента, в приведенной постановке задачи стимулирования фигурируют такие доступные из финансовой отчетности показатели (вопрос о достоверности значений этих показателей в настоящей работе не рассматривается) как: доход организации, ее постоянные и переменные издержки и ставки налогов.

Задача (3)-(4) является частным случаем задачи стимулирования, рассмотренной в первой части настоящей работы (в ней целевая функция центра имеет конкретный вид), следовательно для нее применимы детально проработанные в теории управления методы решения [14, 71-73].

Рассмотрим два примера, иллюстрирующих использование предложенного подхода к определению функции дохода центра.

Пример 4. В качестве первого примера возьмем механизм стимулирования работников предприятия (рабочих), перерабатывающего исходную продукцию, закупаемую на рынке, в конечную продукцию, продаваемую на рынке.

Представим производственное предприятие в виде двухуровневой организационной системы, на верхнем уровне иерархии которой находится управляющий орган – центр, а на нижнем уровне – рабочие – агенты.

Для простоты рассмотрим случай одноэлементной системы с одним видом выпускаемой продукции. Предположим, что действием агента является выбор неотрицательного числа $y \geq 0$, содержательно интерпретируемого как объем производства.

Пусть емкость рынка (спрос на продукцию данного предприятия) не ограничена. Обозначим: P_1 – фиксированную цену продажи единицы конечной продукции. Тогда выручка предприятия от реализации равна: $W(y) = P_1 y$.

Имеет место следующее балансовое условие (см. выражение (1)):

$$(5) R(y) = \{P_1 y - c_0 - c_0(y) - s(y) (1 + r_2)\} (1 - r_1).$$

Предположим, что цель центра (предприятия в целом) заключается в максимизации величины $R(y)$. Управляющим воздействием центра является система стимулирования (зависимость вознаграждения агента от его действия), на которую наложим требование монотонности.

Обозначим целевую функцию центра $F(y^*, s)$. Если при заданной системе стимулирования агент выбирает действие, которое максимизирует разность $f(y, s) = s(y) - c(y)$ между стимулированием $s(y)$ и его затратами $c(y)$ по выбору этого действия, то задачу стимулирования можно записать в следующем виде (см. (3)-(4)):

$$(6) F(y^*, s) = (1 - r_1) \{P_1 y^* - c_0 - c_0(y^*) - s(y^*) (1 + r_2)\} \underset{s(\cdot)}{\text{R}} \max,$$

$$(7) y^* \hat{I} \underset{y \geq 0}{\text{Arg}} \max f(y, s).$$

Для решения задачи (6)-(7) необходимо ввести определенные предположения относительно переменных издержек¹ центра и функции затрат агента:

A.6. $c_0(y)$ – линейная функция: $c_0(y) = a y$.

A.7. $c(y)$ – монотонно возрастающая выпуклая гладкая функция, $c(0) = c_{\min} \stackrel{\text{э}}{=} 0$.

Содержательно, предположение A.6 означает, что функция переменных издержек центра обладает следующими свойствами. При нулевом объеме переменные затраты равны нулю. С увеличением объема продаж возрастают, причем производство каждой единицы продукции требует одинаковых затрат. Содержательно, линейные переменные издержки могут соответствовать фиксированной цене $a \text{ £ } P_1$ единицы используемого сырья при пропорциональной технологии производства (см. свойства функции издержек в [43, 88])

Условие A.7 интерпретировалось выше (см. первую часть настоящей работы).

Предположим, что центру известна достоверно функция затрат $c(y)$ агента.

В рамках введенных предположений оптимальной является, в частности, система стимулирования К-типа (см. первую часть

¹ Постоянные издержки центра будем считать независимыми от объема производства (см. содержательные интерпретации подобных предположений в [43, 88]).

настоящей работы), которая в точности равна затратам агента: $S_k(y) = c(y)$. Поэтому задача (6)-(7) сводится к задаче оптимального согласованного планирования, то есть к задаче поиска действия агента $y \in \Omega$, реализация которого наиболее выгодна для центра:

$$(8) y^* \hat{I} \text{ Arg max}_{x \geq 0} \{ (P_1 - a)x - c_0 - (I + r_2)c(x) \}.$$

Рассмотрим условия индивидуальной рациональности:

$$(9) f(y^*, s) \geq 0, F(y^*, s) \geq 0,$$

которые требуют, чтобы значения целевых функций участников были неотрицательны¹.

В рамках введенных предположений целевая функция центра $\{(P_1 - a)x - c_0 - (I + r_2)c(x)\}$ вогнутая, поэтому, если производство выгодно, то существует отрезок $[y_1; y_2]$, на котором эта целевая функция положительна. Тогда центру выгодно побуждать агента выбрать одно из действий y из отрезка $[y_1; y_2]$. Поэтому рассмотрим следующую («компенсаторно-аккордную») систему стимулирования S^* , график которой приведен на рисунке 36. При действии агента, меньшем $y^* \hat{I} [y_1; y_2]$, положим $S^*(y) = c_{min}$, то есть агент получает минимальное вознаграждение c_{min} (увеличение вознаграждения по сравнению с этой величиной не имеет смысла); при $y \geq y^* S^*(y) = c(y^*)$, то есть выбор больших действий не поощряется, но условие монотонности выполнено. Легко видеть, что при использовании центром системы стимулирования² S^* агент выберет объем производства y^* , за который центр его еще поощряет.

Содержательно, агенту гарантируется минимальное вознаграждение c_{min} , независимо от его действий (см. рисунок 36). Если объем производства превышает величину y^* , то агент получает за это премию $(c(y^*) - c_{min})$, компенсирующую его затраты. При дальнейшем росте объема производства вознаграждение остается по-

¹ Выражения (6)-(8) констатируют, что взаимовыгодным будет такая система стимулирования и такой объем продаж, для которых не существует других вознаграждений и объемов, при которых все участники получали бы строго большую полезность.

² Отметим, что предложенная система стимулирования является не единственно оптимальной: оптимальны также компенсаторная, квази-компенсаторная и другие минимальные системы стимулирования, реализующие действие агента y^* .

стоянным, а так как затраты агента при этом возрастают, то выбор действий, превышающих y^* , для него невыгоден. •

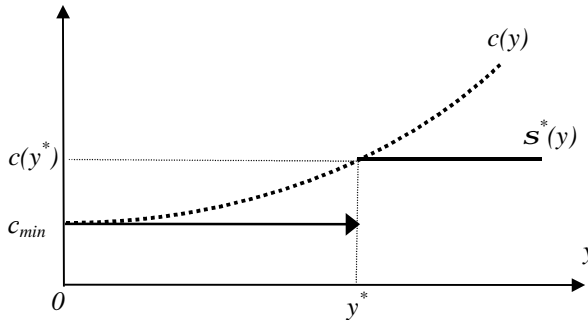


Рис. 36. Система стимулирования S^*

Пример 5. В качестве второго (более сложного) примера возьмем механизм стимулирования, побуждающий работников торговых компаний (менеджеров по продажам) увеличивать объем продаж в интересах компании в целом [29].

Представим торговую компанию в виде двухуровневой организационной системы, на верхнем уровне иерархии которой находится управляющий орган – центр, а на нижнем уровне – менеджеры по продажам – агенты.

Рассмотрим случай одноэлементной системы с одним видом товара. Предположим, что действием агента является выбор неотрицательного числа $y \geq 0$, содержательно интерпретируемого как объем продаж.

Пусть емкость конкурентного рынка не ограничена. Обозначим: P_0 – фиксированную цену закупки, P_1 – фиксированную цену продажи. Тогда доход компании равен: $W(y) = P_1 y$, а валовая прибыль: $V(y) = (P_1 - P_0) y$.

Для простоты предположим, что налоги отсутствуют, тогда, если $s(y)$ – величина вознаграждения агента, а $R(y)$ – величина единого фонда, то имеет место следующее балансовое условие (см. выражение (1)):

$$(10) R(y) = \{(P_1 - P_0) y - c_0 - c_0(y) - s(y)\}.$$

В данном случае функцией дохода центра является следующее выражение: $H(y) = (P_1 - P_0) y - c_0 - c_0(y)$.

Как и ранее, предположим, что цель центра (компании в целом) заключается в максимизации величины $R(y)$. Управляющим воздействием центра является система стимулирования (зависимости вознаграждения агента от его действия), на которую наложим требование монотонности. Задачу стимулирования можно записать в следующем виде (см. (3)-(4)):

$$(11) F(y^*, s) = \{(P_1 - P_0) y^* - c_0 - c_0(y^*) - s(y^*)\} \underset{s(\cdot)}{\text{max}},$$

$$(12) y^* \hat{I} \underset{y \geq 0}{\text{Arg max}} f(y, s).$$

Введем следующее предположение относительно переменных издержек центра (будем считать, что функция затрат агента удовлетворяет предположению А.2"):

А.8. $c_0(y)$ – монотонно возрастающая гладкая функция, такая, что $c_0(0) = 0$, $\forall y' \geq 0$: $c_0(y)$ – вогнутая функция при $y \leq y'$ и выпуклая при $y > y'$.

Содержательно, предположение А.1а означает, что функция переменных издержек центра обладает следующими свойствами. При нулевом объеме продаж переменные затраты равны нулю. С увеличением объема продаж затраты возрастают, причем при объемах продаж, меньших величины $y' \geq 0$, каждое последующее увеличение объема продаж требует меньших затрат, чем предыдущее (предельные затраты убывают), а при объемах продаж, больших величины $y' \geq 0$, каждое последующее увеличение объема продаж требует больших затрат, чем предыдущее (предельные затраты возрастают). График функции $c_0(y)$, удовлетворяющей предположению А.8, приведен на рисунке 37.

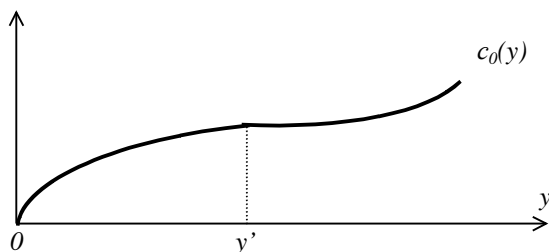


Рис. 37. Функция переменных издержек центра

Предположим, что центру неизвестна достоверно функция затрат агента, но ему известен диапазон возможных значений функции затрат, то есть он знает, что $y \in \hat{I} \wedge c_-(y) \leq c(y) \leq c_+(y)$, где функции $c_-(y)$ и $c_+(y)$, определяющие границы диапазона возможных значений затрат агента, удовлетворяют предположению А.2' (см. рисунок 38).

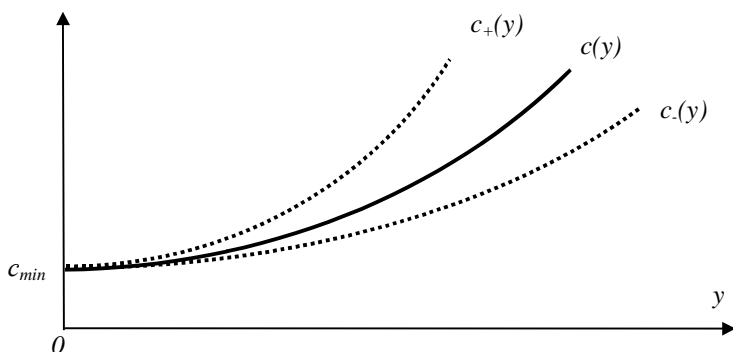


Рис. 38. Диапазон возможных значений функции затрат агента

В рамках введенных предположений оптимальной является система стимулирования К-типа, которая в точности равна затратам агента: $s_K(y) = c(y)$. Поэтому задача (11)-(12) сводится к задаче оптимального согласованного планирования, то есть к задаче поиска действия агента $y^* \in \hat{I}$, реализация которого наиболее выгодна для центра:

$$(13) \ y^* \in \hat{I} \text{ Arg } \max_{x \geq 0} \{(P_1 - P_0)x - c_0 - c_0(x) - c(x)\}.$$

Обозначим характерные точки функции $H(y)$ "дохода" центра следующим образом:

$$y_1 = \min \{y \in \hat{I} / H(y) = 0\}, \ y_2 = \arg \max_{y \geq 0} H(y),$$

$$y_3 = \max \{y \in \hat{I} / H(y) = 0\}.$$

Очевидно, что в рамках введенных предположений выполнено:

$$y_1 \leq y_2 \leq y_3, \ y' \leq y_2.$$

Содержательно, если функция переменных издержек центра имеет вид, приведенный на рисунке 37, то при малых объемах

продаж величина "дохода" отрицательна и убывает с ростом объема продаж. Достигнув минимума, она начинает возрастать, становится в точке y_1 положительной, достигает максимума в точке y_2 , а затем убывает и становится отрицательной после точки y_3 (см. рисунок 39).

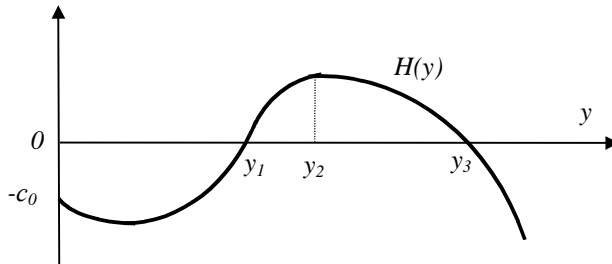


Рис. 39. Функция "дохода" центра

Запишем условие индивидуальной рациональности (9) в следующем виде: $f(y^*, s) \geq 0$, $F(y^*, s) \geq 0$.

Центру выгодно побуждать агента выбрать одно из действий y из отрезка $[y_1; y_2]$ при условии, что $F(y) \geq c(y)$. Обозначим характерные точки целевой функции центра:

$$y_-^* = \arg \max_{\{y \geq 0 | H(y) \geq c_-(y)\}} F(y, c_-(y)),$$

$$y_+^* = \arg \max_{\{y \geq 0 | H(y) \geq c_+(y)\}} F(y, c_+(y)).$$

В рамках введенных предположений выполнено:

$$(14) \quad y_1 \leq y_+^* \leq y_-^* \leq y_2 \leq y_3.$$

Таким образом, центру заведомо невыгоден выбор агентом действий, не принадлежащих отрезку $[y_+^*; y_-^*]$. Поэтому рассмотрим следующую систему стимулирования s^* , график которой приведен на рисунке 40. При действии агента, меньшем y_+^* , положим $s^*(y) = c_{min}$, то есть агент получает минимальное вознаграждение c_{min} (увеличение вознаграждения по сравнению с этой величиной не имеет смысла); при $y \in \hat{I} [y_+^*; y_-^*]$ агенту гарантированно

компенсируются затраты, то есть $S^*(y) = c_+(y)$; а при $y \geq y_-^*$ $S^*(y) = c_+(y_-^*)$, то есть выбор больших действий не поощряется, но условие монотонности выполнено. Легко видеть, что, если затраты агента строго меньше максимально возможных ($c(y) < c_+(y)$), то он выберет максимальный объем продаж $y^* = y_-^*$, за который центр его еще поощряет, то есть данная система мотивации стимулирует рост объемов продаж.

Содержательно, агенту гарантируется минимальное вознаграждение c_{min} , независимо от его действий (см. рисунок 40). Если объем продаж превышает величину y_+^* , то агент получает за это премию $(c_+(y_+^*) - c_{min})$. При дальнейшем росте объема продаж вознаграждение возрастает, причем не медленнее, чем растут затраты (побуждение к увеличению объема продаж). При превышении объемом продаж величины y_-^* вознаграждение остается постоянным (так как затраты агента при этом возрастают, то выбор действий, превышающих y_-^* , для него невыгоден).

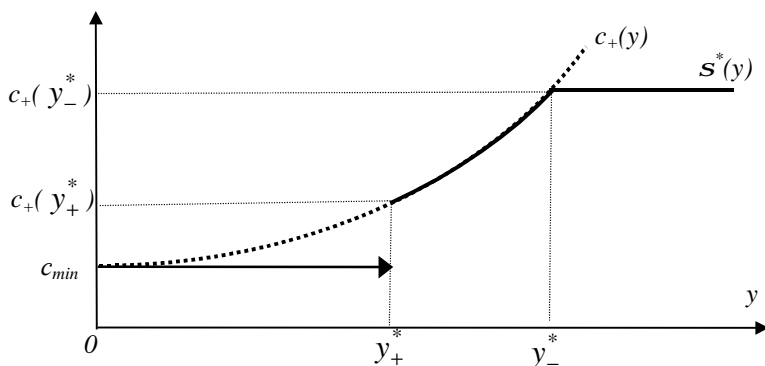


Рис. 40. Система стимулирования S^*

Предложенная система стимулирования S^* (несмотря на то, что ее оптимальность для общего случая не доказана) обладает следующими положительными свойствами. Во-первых, она учитывает специфику торговой компании (см. выражения (10)-(11) и предпо-

ложение А.8), во-вторых, она является минимальной (с точки зрения затрат центра на стимулирование) системой стимулирования, которая одновременно гарантированно (в рамках существующей информированности центра) реализует выгодные для центра действия и (если реальная функция затрат агента оказывается меньше максимальной) побуждает агента выбирать максимальные действия, то есть делает выгодным увеличение объема продаж. •

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в настоящей работе предложены и изучены базовые системы стимулирования в организационных системах.

Отличительной чертой базовых систем стимулирования является, во-первых, то, что они являются простейшими (то есть легко поддающиеся анализу, в том числе - теоретико-игровому) элементами "конструктора", из которых могут быть "собраны" любые (по крайней мере – все встречающиеся на сегодняшний день на практике) системы индивидуальной оплаты труда.

Во-вторых, результаты о сравнительной эффективности базовых систем стимулирования, полученные в настоящей работе в первой ее части в рамках подходов теории иерархических игр и теории активных систем, могут быть также получены и в рамках моделей предложения труда, то есть моделей индивидуальных предпочтений "доход/свободное время", исследуемых в экономике труда - см. вторую часть, что расширяет возможности как теоретических исследований, так и практических применений, обоих этих научных направлений.

В третьих, в моделях базовых систем стимулирования достаточно прозрачной с экономической точки зрения оказывается интерпретация целевой функции центра как разности его "дохода" (определяемого по финансовым показателям деятельности предприятия или организации) и затрат на стимулирование, выплачиваемого агентам (см. третью часть настоящей работы).

В качестве перспективных направлений исследований, помимо детального и систематического теоретико-игрового анализа моделей стимулирования, следует в первую очередь выделить необходимость теоретического и практического изучения проблемы идентификации систем стимулирования, как с точки зрения управляющего органа (определение "функции дохода" центра), так и с точки зрения управляемого субъекта (определение "функции затрат" агента), а также обобщения опыта практического использования результатов теоретического анализа базовых систем стимулирования в организационных системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумова Н.Н. Политика доходов и заработной платы. М.: ИНФРА-М, 1999. – 223 с.
2. Агеев В.М. Экономические интересы и стимулы при социализме. М.: Советская Россия, 1984. - 192 с.
3. Адамчук В.В. Организация и регулирование оплаты труда. М.: Финстатинформ, 1996. - 174 с.
4. Адамчук В.В., Кокин Ю.П., Яковлев Р.А. Экономика труда. М.: Финстатинформ, 1999. - 431 с.
5. Адамчук В.В., Ромашов О.В., Сорокина М.Е. Экономика и социология труда. М.: ЮНИТИ, 1999. – 407 с.
6. Ануфриев И.К., Бурков В.Н., Вилкова Н.И., Рапацкая С.Т. Модели и механизмы внутрифирменного управления. М.: ИПУ РАН, 1994. - 72 с.
7. Артемов Ю.М., Карастелин С.А. Материальное стимулирование в системе финансовых отношений. М.: Финансы и статистика, 1988. - 190 с.
8. Бизюкова И.В. Кадры. Подбор и оценка. М.: Московский рабочий, 1984. - 159 с.
9. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. М.: Наука, 1977. - 255 с.
10. Бурков В.Н., Данев Б., Еналеев А.К. и др. Большие системы: моделирование организационных механизмов. М.: Наука, 1989. - 245 с.
11. Бурков В.Н., Еналеев А.К., Новиков Д.А. Механизмы стимулирования в вероятностных моделях социально-экономических систем // Автоматика и Телемеханика. 1993. № 11. С. 3 - 30.
12. Бурков В.Н., Еналеев А.К., Новиков Д.А. Механизмы функционирования социально-экономических систем с сообщением информации // Автоматика и Телемеханика. 1996. № 3. С. 3 - 25.
13. Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами. М.: Наука, 1994. - 270 с.
14. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. М.: Наука, 1981. - 384 с.
15. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.: Синтег, 1997. - 188 с.
16. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: СИНТЕГ, 1999. – 128 с.
17. Вайсбурд В.А. Организация оплаты труда в странах с развитой рыночной экономикой. Самара: СГЭА, 1996. – 94 с.
18. Величко А.И., Подмарков В.Г. Социолог на предприятии. М.: Московский рабочий, 1976. - 240 с.

19. Верховцев А.В. Заработная плата. М.: ИНФРА-М, 1998. - 136 с.
20. Веснин В.Р. Практический менеджмент персонала. М.: Юрист, 1998. – 496 с.
21. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент: человек, стратегия, организация, процесс. М.: Изд-во МГУ, 1996. - 416 с.
22. Виханский О.С. Стратегическое управление. М.: МГУ, 1995. - 252 с.
23. Волгин Н.А., Плакся В.И. Доходы и занятость: мотивационный аспект. М.: РАУ, 1994. - 262 с.
24. Волгин Н.А. Современные модели оплаты труда: методика и рекомендации по внедрению. М.: ИНПИОП, 1992. - 94 с.
25. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. М.: Наука, 1976. - 327 с.
26. Глухов В.В. Оплата труда: учебное пособие. СПб.: ЛГТУ, 1991. – 66 с.
27. Гольденберг А.И., Шкрабкина И.А. Закономерности стимулирования труда рабочих, оплачиваемых по сдельно-премиальной системе. М.: ЦЭМИ РАН, 1998. – 74 с.
28. Горелик В.А., Кононенко А.Ф. Теоретико-игровые модели принятия решений в эколого-экономических системах. М.: Радио и связь, 1982. - 144 с.
29. Гуреев А.Б., Кочиева Т.Б., Ледвинов В.П. Использование механизмов мотивации для стимулирования роста объема продаж в торговых компаниях / "Стимулирование в социальных и экономических системах" - Сборник трудов молодых ученых. М.: ИПУ РАН, 2000.
30. Гуреев А.Б., Кочиева Т.Б., Шохина Т.Е. Модели стимулирования в многоэлементных активных системах: описание и классификация задач / Тезисы докладов XLII научной конференции МФТИ. 26-27 ноября 1999 г. Долгопрудный, 1999. Часть II. С. 47.
31. Гутгарц Р.Д. Анализ пакетов прикладных программ по управлению кадрами // Управление персоналом. 1998. № 4. С. 6 - 14.
32. Дизель П.М., Мак-Кинли Р.У. Поведение человека в организации. М.: Фонд за экономическую грамотность, 1993. - 272 с.
33. Динова Н.И. Бригадные формы оплаты труда / Механизмы управления социально-экономическими системами. М.: ИПУ РАН, 1988. С. 79 - 82.
34. Динова Н.И., Щепкин А.В. Анализ принципов стимулирования неоднородных коллективов / Планирование, оценка деятельности и стимулирование в активных системах. М.: ИПУ РАН, 1985. С. 93 - 100.
35. Дудашова В.П. Мотивация труда в менеджменте. Кострома: КГТУ, 1996. - 80 с.
36. Егоршин А.П. Управление персоналом. Н.Новгород: НИМБ, 1997. - 607 с.

37. Еловиков Е.А. Экономика труда. Омск: ОмГУ, 1996. Часть 2: Оплата труда. – 133 с.
38. Зеленецкий Я. Организация трудовых коллективов. М.: Прогресс, 1971. - 311 с.
39. Иванилов Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике. М.: Наука, 1979. - 304 с.
40. Ивановская Л.В., Свистунов В.М. Обеспечение системы управления персоналом на предприятии. М.: ГАУ, 1995. - 71 с.
41. Интриллигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. М.: Прогресс, 1975. - 606 с.
42. Каз М.С. Многофакторные системы заработной платы: учебное пособие. Томск: ТГУ, 1991. - 140 с.
43. Клейнер Г.Б. Производственные функции: теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986. - 238 с.
44. Ковалев А.Г. Руководителю о работнике: практический аспект изучения личности. М.: Экономика, 1988. - 92 с.
45. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. М.: Прогресс, 1979. - 504 с.
46. Кононенко А.Ф., Халезов А.Д., Чумаков В.В. Принятие решений в условиях неопределенности. М.: ВЦ АН СССР, 1991. – 197 с.
47. Кочиева Т.Б., Новиков Д.А. Идентификация моделей стимулирования в активных системах / Труды международной конференции "Идентификация систем и проблемы управления". М.: ИПУ РАН, 2000.
48. Кочиева Т.Б. Классификация базовых систем стимулирования в активных системах / "Стимулирование в социальных и экономических системах" - Сборник трудов молодых ученых. М.: ИПУ РАН, 2000.
49. Кочиева Т.Б., Новиков Д.А., Титов А.С. Теоретико-игровые модели стимулирования в задачах рекрутинга / Тезисы докладов ХLI научной конференции МФТИ. 27-28 ноября 1998 г. Долгопрудный, 1998. Часть II. С. 38.
50. Кочиева Т.Б., Новиков Д.А., Чижов С.А. Экономика труда и теоретико-игровые модели стимулирования в организационных системах / Материалы международной конференции "Управление большими системами". Тбилиси, 2000.
51. Кочиева Т.Б. Составные системы стимулирования / Труды юбилейной научно-практической конференции «Теория активных систем». Москва, ИПУ РАН, 15-17 ноября 1999 г., 1999. С. 153.
52. Крашенинникова М.С. Оплата труда. М.: ПРИОР, 1997. - 336 с.
53. Кулинцев И.И. Экономика и социология труда. М.: Центр экономики и маркетинга, 1999. – 288 с.

54. Кунельский Л.Э. Зарплата, доходы, стимулирование. М.: Экономика, 1968. - 183 с.
55. Кунельский Л.Э. Заработная плата и стимулирование труда: социально-экономический аспект. М.: Экономика, 1981. - 248 с.
56. Лотоцкий В.А. Идентификация структур и параметров систем управления // Измерения. Контроль. Автоматизация. 1991. № 3-4. С. 30 – 38.
57. Лузгина О.А. Основы стимулирования труда. Конспект лекций. Пенза, 1996. - 46 с.
58. Магун В. Трудовые ценности российского населения // Вопросы экономики. 1996. № 1. С. 47 – 62.
59. Мальцев В.А. Соревнование и личность. М.: Мысль, 1983. - 157 с.
60. Маслоу А.Г. Мотивация и личность. СПб.: Евразия, 1999. - 479 с.
61. Менар К. Экономика организаций. М.: ИНФРА-М, 1996. - 160 с.
62. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М.: Дело, 1998. - 800 с.
63. Мильнер Б.З., Евенко Л.И., Раппопорт В.С. Системный подход к организации управления. М.: Экономика, 1983. - 224 с.
64. Морозова Л.Л. Труд и заработная плата. СПб.: "ИЧП-Актив", 1997. - 382 с.
65. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели. М.: Мир, 1991. - 464 с.
66. Нейман Д., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. - 707 с.
67. Новиков Д.А. Механизмы стимулирования в динамических и многоэлементных социально-экономических системах // Автоматика и Телемеханика. 1997. № 6. С. 3 - 26.
68. Новиков Д.А. Механизмы стимулирования в моделях активных систем с нечеткой неопределенностью. М.: ИПУ РАН, 1997. - 101 с.
69. Новиков Д.А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. М.: Фонд "Проблемы управления", 1999. - 150 с.
70. Новиков Д.А. Обобщенные решения задач стимулирования в активных системах. М.: ИПУ РАН, 1998. - 68 с.
71. Новиков Д.А., Петраков С.Н. Курс теории активных систем. М.: СИНТЕГ, 1999. – 108 с.
72. Новиков Д.А. Стимулирование в социально-экономических системах (базовые математические модели). М.: ИПУ РАН, 1998. - 216 с.
73. Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы стимулирования в многоэлементных организационных системах. Москва, 2000.
74. Овсянников А.С. Оплата труда в условиях рынка: контракты. Новосибирск: РИПЭЛ, 1992. - 111 с.

75. Поварич И.П., Прошкин Б.Г. Стимулирование труда: системный подход. Новосибирск: Наука, 1990. - 193 с.
76. Подсистема "Зарплата". Сетевой программный комплекс бухгалтерского учета. М.: "RS-Balance", 1994. - 218 с.
77. Пригарин А.А., Рысс В.М., Шерман Е.И., Кузнецова К.Х. Напряженность норм труда. М.: Экономика, 1968. – 175 с.
78. Прошкин Б.Г. О построении единой ступенчатой системы индивидуальных моральных стимулов. Кемерово: КГУ, 1990. - 250 с.
79. Прошкин Б.Г., Поварич И.П. Основы теории и практики стимулирования труда. Кемерово, КГУ, 1988. - 87 с.
80. Радугин А.А., Радугин К.А. Введение в менеджмент: социология организаций и управления. Воронеж. ВГСА, 1995. - 195 с.
81. Саймон Г. Науки об искусственном. М.: Мир, 1972. - 147 с.
82. Сандак Н.Н. Некоторые общесистемные и математические аспекты теории систем с соревнующимися элементами / Управление техническими и организационными системами с применением вычислительной техники. Труды XXIII конференции молодых ученых. М.: Наука, 1979. С. 160 - 171.
83. Старобинский Э.Е. Как управлять персоналом. М.: Бизнес-школа "Интел-синтез", 1998. - 368 с.
84. Травин В.В., Дятлов В.А. Основы кадрового менеджмента. М.: Дело, 1997. - 336 с.
85. Уткин Э.А. Мотивационный менеджмент. М.: ЭКМОС, 1999. - 256 с.
86. Фаткин Л.В. Психологические закономерности стимулирования высокопроизводительного труда. М.: МИНХ, 1984. - 65 с.
87. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.- 352 с.
88. Фишер С., Дорнбуш Р., Шмалензи Р. Экономика. М.: Дело, 1993.-864с.
89. Цандер Э. Оплата труда на малых и средних предприятиях. Обнинск, 1995. – 256 с.
90. Цыганов В.В. Адаптивные механизмы в отраслевом управлении М.: Наука, 1991. - 166 с.
91. Цыпкин Я.З. Основы информационной теории идентификации. М.: Наука, 1984. – 336 с.
92. Чеботарь Ю.М. Оплата труда и ценообразование. М.: Мир деловой книги, 1997. – 126 с.
93. Шекшня С.В. Управление персоналом современной организации. М.: Бизнес-школа "Интел-синтез", 1997. - 336 с.
94. Шоломицкая Л.А. Заработная плата: современные тенденции развития. Минск: Наука и техника, 1989. - 85 с.

95. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. М.: Мир, 1975. – 688 с.
96. Эренберг Р.Дж., Смит Р.С. Современная экономика труда. Теория и государственная политика. М.: Изд-во МГУ, 1996. - 800 с.
97. Яковлев Р.А. Оплата труда на предприятии. М.: Центр экономики и маркетинга, 1999. – 248 с.
98. Armstrong M. Reward management. London, 2000. - 804 p.
99. Azariadis C. Implicit contracts and underemployment equilibria // Journal of Political Economy. 1975. N 6. P. 1183 - 1202.
100. Baily M. Wages and employment under uncertain demand // Review of Economic Studies. 1974. Vol. 41. N 125. P. 37 - 50.
101. Barzel Y. The determination of daily hours and wages // Quarterly Journal of Economics. 1973. Vol. 87. N 2. P. 220 – 238.
102. Belcker D.W. Wage and salary administration. N.Y.: Prentice Hall Inc., 1955. - 503 p.
103. Brown C.V. (ed.) Taxation and labor supply. London: George Allen and Unwin, 1981. – 281 p.
104. Cartter A.M. Theory of wages and employment. Boston: Homewood, 1959. - 193 p.
105. Dunn L.F. An empirical indifference function for income and leisure // Review of Economics and Statistics. 1978. Vol. 60. P. 533 – 540.
106. Dunn L.F. Measurement of internal income-leisure tradeoffs // Quarterly Journal of Economics. 1979. Vol. 93. N 3. P. 373 – 393.
107. Frank J. The new Keynesian economics: unemployment, search and contracting. Brington: Wheatsheaf books, 1986. - 283 p.
108. Fudenberg D., Tirole J. Game theory. Cambridge: MIT Press, 1995. – 579 p.
109. Gomez-Meia L. Compensation and benefits. Wash. D.C.: Bureau of National Affairs, 1989. - 288 p.
110. Gordon D. A neo-classical theory of Keynesian unemployment // Economic Inquiry. 1974. N 12. P. 431 - 459.
111. Gorman W.M. Separable utility and aggregation // Econometrica. 1959. Vol. 27. N 2. P.469 – 481.
112. Grossman S., Hart O. An analysis of the principal-agent problem // Econometrica. 1983. Vol. 51. N 1. P. 7 - 45.
113. Handbook of labor economics / Ed. by O.Ashenfelter, R. Layard. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1986. Vol.1 – 787 p. Vol. 2. – P. 788 – 1273.

- 114.** Hart O.D., Holmstrom B. Theory of contracts // *Advances in economic theory*. 5th world congress. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1987. P. 71 - 155.
- 115.** Hart O.D. Optimal labor contracts under asymmetric information: an introduction // *Review of Economic Studies*. 1983. Vol. 50. N 1. P. 3 - 35.
- 116.** Hay E.N. The application of Weber's law to job evaluation estimates // *Journal of Applied Psychology*. 1950. Vol. 34. P. 102 - 104.
- 117.** Henderson R.I., Clarke K.L. Job pay for job worth. Atlanta: Georgia Univ., 1981. - 328 p.
- 118.** Keeley M.C., Robins P.K., Spiegelman R.G., West R.W. The estimation of labor supply models using experimental data // *American Economic Review*. 1978. Vol. 68. N 5. P. 873 – 887.
- 119.** Killingworth M. Labor supply. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1983. – 493 p.
- 120.** Labor demand and equilibrium wage formation / J.C. Van Ours, G.A. Pfann, G. Ridder (eds.). Amsterdam: North-Holland Publishing company, 1993. – 379 p.
- 121.** Laffont J.J. Fundamentals of public economics. Cambridge: MIT Press, 1989. – 289 p.
- 122.** Laffont J.J. The economics of uncertainty and information. Cambridge: MIT Press, 1989. – 289 p.
- 123.** MaCardy T., Green D., Paarch H. Assessing empirical approaches for analyzing taxes and labor supply // *Journal of Human Resources*. 1990. Vol. 25. P. 415 – 490.
- 124.** MacCrimmon K.R., Toda M. The experimental determination of indifference curves // *Review of Economic Studies*. 1969. Vol. 36. N 108. P. 433–451.
- 125.** Marriott R. Incentive payment systems. London: Staples, 1961. - 219 p.
- 126.** Monitoring workers' wage in Russia: Reference guidebook / A.R.Vavilov et al (eds.). Moscow: CONSECO, 1998. - 84 p.
- 127.** Mookherjee D. Optimal incentive schemes with many agents // *Review of Economic Studies*. 1984. Vol. 51. № 2. P. 433 - 446.
- 128.** Moulin H. Cooperative microeconomics: a game-theoretical introduction. London: Prentice Hall, 1995. - 454 p.
- 129.** Muelbauer J. Linear aggregation in the neoclassical labor supply // *Review of Economic Studies*. 1981. Vol. 48. N 1. P. 21 – 36.
- 130.** Myerson R.B. Game theory: analysis of conflict. London: Harvard Univ. Press, 1991. - 568 p.
- 131.** Myerson R.B. Optimal coordination mechanisms in generalized principal-agent problems // *Journal of Math. Economy*. 1982. Vol. 10. № 1. P. 67 - 81.

132. Nalebuff B., Stiglitz J. Prices and incentives: toward a general theory of compensation and competition // *Bell Journal of Economics*. 1983. Vol. 14. P. 21 - 43.
133. Owen J.D. The price for leisure. Rotterdam: Rotterdam University Press, 1969. – 169 p.
134. Perlman R. Labor theory. N.Y.: Wiley, 1969. - 237 p.
135. Philips L. The demand for leisure and money // *Econometrica*. 1978. Vol. 46. N 5. P. 1025 - 1044.
136. Roy R. La distribution de revenue entre les divers biens // *Econometrica*. 1947. Vol. 15. N 2. P. 202 – 225.
137. Sapsford D., Tzannatos Z. The economics of the labor market. London: Macmillan, 1993. – 463 p.
138. Schmidt-Sorensen J.B. Essays on efficiency wages. Aarhus: Center for labor economics, 1990. - 264 p.
139. Simon H. Administrative behavior. N.Y.: Free Press, 1976. - 364 p.
140. Wakker P.P. Additive representation of preferences. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989. – 192 p.