УДК 519

DOI: https://doi.org/10.25728/pu.2018.3.3

ПРОТИВОЗАТРАТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ

А.В. Щепкин

Рассмотрена задача определения объемов финансирования нескольких работ, составляющих общее производственное задание. Исполнитель каждой работы — монополист в соответствующей области и не имеет конкурентов. Фонд финансирования определен. Исследованы механизмы, обеспечивающие получение достоверной информации о затратах на выполнение каждой работы.

Ключевые слова: затраты, прибыль, рентабельность, авансовый платеж.

ВВЕДЕНИЕ

Под противозатратным механизмом здесь понимается такой механизм, применение которого приводит к тому, что исполнителям не выгодно завышать планируемые затраты на выполнение работ. Идея противозатратности и соответственно описания некоторых противозатратных механизмов представлены в работах [1—3]. В централизованной экономике основное требование к предприятиям заключалось в выполнении плана, причем показатели, характеризующие план, далеко не всегда стимулировали снижение затрат. Поэтому разработка противозатратных механизмов, обеспечивающих снижение затрат, были особенно востребованы для подобных ситуаций. Что касается рыночной экономики, то надежды, что стремление предприятий к максимизации своей прибыли путем снижения затрат и «невидимая рука рынка» все расставит по своим местам, в полной мере не оправдались. Подтверждение тому большое количество публикаций об управлении затратами в странах с развитой рыночной экономикой [4—6]. Заметим здесь, что необходимость применения противозатратных механизмов в рыночной экономике может быть вызвано наличием производителей-монополистов и стремлением государства ограничить рост цен на продукцию производителей-монополистов путем введения ограничений на их рентабельность [7]. Кроме того, монопольные эффекты как в рыночной, так и в централизованной экономике, могут проявляться в системе «заказчик — исполнители».

Так, например, монопольный эффект в системе «заказчик — исполнители» может проявляться, если исполнители представляют собой узкоспециализированные производства, деятельность которых может только дополнять друг друга, а не дублировать.

Рассмотрим ситуацию, когда заказчику необходимо выполнить некоторое производственное задание и на его выполнение в распоряжении заказчика имеется определенный объем финансирования. Для выполнения задания заказчик заключает договор с исполнителями. При заключении договора заказчику необходимо распределять и работы, и финансирование среди исполнителей. В связи с тем, что исполнители представляют собой узкоспециализированные производства, принципиальных сложностей при распределении работ между ними не возникает. В то же время при распределении финансовых средств каждый исполнитель «тянет одеяло на себя» — стремится получить максимально возможное финансирование, которое позволит ему увеличить свою прибыль. Стремление исполнителей увеличить свою прибыль и, как следствие, желание получить как можно больше финансовых средств может привести к искажению информации, используемой заказчиком при распределении финансовых средств.

1. МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА

Модель взаимодействия заказчика и исполнителей представляет собой двухуровневую активную систему [8], состоящую из Центра (заказчика) и множества $N = \{1, 2, ..., n\}$ агентов нижнего уровня (исполнителей). Центр, на основе выбранного им механизма распределения, определяет размер финансовых средств, который выделяется агентам на выполнение работ. Задача агентов состоит в выполнении соответствующих работ и получении максимальной прибыли. В настоящей работе прибыль агента определяется как разность между полученным финансированием и фактическими затратами на выполнение работы. Если считать, что на выполнение конкретной работы требуются вполне конкретные затраты, то отсюда следует, чем выше финансирование агента, тем выше его прибыль.

При распределении имеющихся средств Центр запрашивает у агентов информацию о планируемых затратах на выполнение работ. Стратегия агента состоит в сообщении Центру запрашиваемой информации о затратах.

Обозначим: C — фонд финансирования; s_i — планируемые затраты i-го агента; c_i — объем финансирования i-го агента; z_i — фактические затраты i-го агента; $i \in N$.

Плановая прибыль i-го агента определяется выражением $P_{i\text{п}} = c_i - s_i$, соответственно фактическая прибыль записывается как $P_{i\text{ф}} = c_i - z_i$. Последнее выражение представим в виде $P_{i\text{ф}} = c_i - s_i + s_i - z_i = P_{i\text{п}} + s_i - z_i$. Разницу $P_{i\text{с}} = s_i - z_i$ будем называть сверхплановой прибылью. Здесь будем считать, что планируемые затраты всегда больше фактических затрат, т. е. выполняется неравенство, $s_i \ge z_i$, поэтому $P_{i\text{с}} > 0$. Кроме того, будем рассматривать случай, когда размер фонда финансирования превышает сумму фактических затрат всех агентов, т. е. справедливо

$$C > \sum_{i \in N} z_i. \tag{1}$$

Также полагаем, что Центр оставляет в распоряжении агента только часть сверхплановой прибыли. При этом выражение для фактической прибыли i-го агента имеет вид $P_{i\text{ф}} = P_{i\text{п}} + qP_{i\text{с}} = c_i - s_i + q(s_i - z_i)$, $i \in N$, где $q \in [0; 1]$ — норматив, определяющий размер сверхплановой прибыли, остающейся у агента.

Будем считать, что целевой функцией Центра φ является разность между планируемыми и фактическими затратами $\varphi = \sum_{i \in N} (s_i - z_i)$ и Центр, используя различные механизмы распределения фонда финансирования, стремится минимизировать эту разность. Из выражения для целевой функции Центра легко видеть, что она принимает минимальные значения, если Центром будут созданы условия неманипулируемости для агентов [9, 10].

2. ПРИНЦИП РАВНЫХ РЕНТАБЕЛЬНОСТЕЙ

Этот принцип реализует идею выделения каждому агенту такого количества средств, которое обеспечивает агентам одинаковую рентабельность, т. е. получение одинаковой прибыли на единицу вложенных средств [3, 11]. При определении объемов финансирования агентов на основе этого принципа Центр решает задачу

$$\begin{cases} \dfrac{c_i - z_i}{z_i} = \dfrac{c_j - z_j}{z_j}, \\ \sum\limits_{i \in N} c_i = C. \end{cases}$$

Решение этой задачи записывается в виде

$$c_i^{(z)} = (\rho^{(z)} + 1)z_i, \quad i \in N, \tag{2}$$

где $\rho^{(z)}$ — рентабельность выполнения работ, определяемая выражением

$$\rho^{(z)} = C/\sum_{j \in N} z_j - 1. \tag{3}$$

Учитывая неравенство (1), можно утверждать, что $\rho^{(z)} > 0$.

Случай 1. Так как Центру не известны точные значения фактических затрат z_i, при определении объемов финансирования он использует информацию о планируемых затратах s_i, $i \in N$, полученную от агентов. Объем финансирования i-го агента определяется как

$$c_i^{(s)} = (\rho^{(s)} + 1)s_i, \quad i \in N, \tag{4}$$

где $\rho^{(s)}$ — плановая рентабельность агентов, определяемая выражением

$$\rho^{(s)} = C/\sum_{j \in N} s_j - 1. \tag{5}$$

Так как $s_i \ge z_i$, то, сравнивая выражения (3) и (5), можно заключить, что всегда справедливо $\rho^{(z)} \ge \rho^{(s)}$. Таким образом, максимальная рентабельность $\rho^{(z)}$ определяется выражением (3).

Утверждение 1. *Если* $c_i^{(s)}$, $i \in N$, *определяются в соответствии с выражением* (4) *и все агенты сообщили достоверную информацию, т. е.* $s_i = z_i$, $i \in N$, *то k-му агенту не выгодно увеличивать планируемые затраты, если справедливо неравенство*

$$z_k \ge \left(1 - \frac{1-q}{\rho^{(z)}+1}\right)\frac{C}{\rho^{(z)}+1}. \tag{6}$$

Доказательство. Так как c_i, $i \in N$, определяются в соответствии с выражением (4), фактическая прибыль i-го агента записывается в виде

$$P_{i\text{ф}} = \rho^{(s)} s_i + q(s_i - z_i), \quad i \in N. \tag{7}$$

Когда $s_i = z_i$, $i \in N$, прибыль агентов равна $P_{i\text{ф}} = \rho^{(z)} z_i$, $i \in N$. Пусть $s_i = z_i$, $i = 1, ..., k - 1, k + 1, ..., n$, а $s_k = z_k + \delta$, где $\delta > 0$. Прибыль k-го агента в этом случае составит $P'_{k\text{ф}} = \rho^{(\delta)}(z_k + \delta) + q\delta$. Нетрудно показать, что в этом случае

$$\rho^{(\delta)} = \frac{C(\rho^{(z)} + 1)}{C + \delta(\rho^{(z)} + 1)} - 1. \tag{8}$$

Покажем, что прибыль k-го агента уменьшилась, т. е. выполняется неравенство $P_{k\text{ф}} \geq P'_{k\text{ф}}$. Перепишем это неравенство в виде

$$\rho^{(z)} z_k \geq \rho^{(\delta)}(z_k + \delta) + q\delta. \tag{9}$$

Учитывая зависимость (8), неравенство (9) можем переписать в виде

$$\delta \geq C\frac{\rho^{(z)} + q}{(1 - q)(\rho^{(z)} + 1)} - z_k \frac{\rho^{(z)} + 1}{1 - q}, \tag{10}$$

так как $\delta \geq 0$, то неравенство (10) будет выполняться всегда, если $C\frac{\rho^{(z)} + q}{(1 - q)(\rho^{(z)} + 1)} - z_k \frac{\rho^{(z)} + 1}{1 - q} \leq 0.$

Отсюда следует, что неравенство (9) справедливо, если справедливо неравенство (6). Утверждение доказано.

Следствие. Ситуация $s_i^* = z_i$, $i \in N$, является ситуацией равновесия по Нэшу, если выполняется неравенство

$$\min_i\{z_i\} \geq \left(1 - \frac{1 - q}{\rho^{(z)} + 1}\right)\frac{C}{\rho^{(z)} + 1}. \ \blacklozenge \tag{11}$$

Действительно, если выполняется неравенство (11), то неравенство (6) выполняется для любого $k \in N$, это означает, что ни одному агенту не выгодно увеличивать планируемые затраты.

Таким образом, целевая функция Центра принимает минимальное значение, если справедливо неравенство (11).

Ограничение (11) накладывает достаточно жесткие требования, обеспечивающие существование ситуации равновесия по Нэшу. Перепишем его в виде

$$\min_i\{z_i\} \geq A\left(1 - \frac{1 - q}{\rho^{(z)} + 1}\right)n, \tag{12}$$

где $A = \frac{1}{n}\sum_{j \in N} z_j$ — среднее арифметическое значений фактических затрат всех агентов.

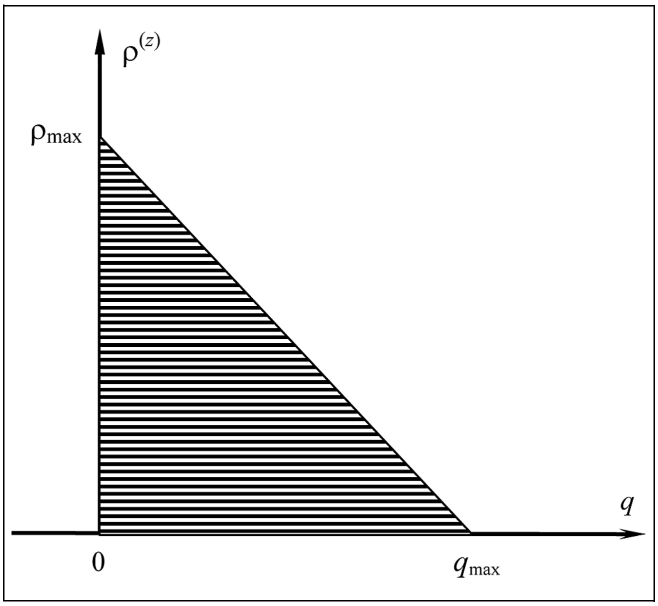

Рис. 1. Область противозатратности

В работе [12] показано, что для любого среднего, в том числе и среднего арифметического значения, справедливо неравенство $\min_{i \in N}\{z_i\} \leq A$.

Из неравенства (12) видно, что среднее арифметическое значение фактических затрат агентов умножается на некоторый коэффициент, такой, что минимальное значение фактических затрат оказывается больше полученного произведения.

Так как в общем случае фактические затраты агентов на выполнение работ разные, поскольку коллектив агентов неоднородный, то будем считать, что степень неоднородности коллектива агентов ω определяется как

$$\omega = \min_i z_i / A. \tag{13}$$

Очевидно, что если фактические затраты агентов одинаковые, то $\omega = 1$, в противном случае всегда справедливо неравенство $\omega < 1$, при этом чем более неоднородный коллектив, тем меньшее значение принимает величина ω.

Учитывая определение (13), неравенство (12) можно переписать в виде

$$\rho^{(z)} \leq (\omega - nq)/(n - \omega). \tag{14}$$

Отсюда следует, что максимальное значение ρ_{max}, которое может принять величина $\rho^{(z)}$, равно $\omega/(n - \omega)$, а максимальное значение q_{max}, которое может принять величина q, равно ω/n. Значения $\rho^{(z)}$ и q, при которых неравенство (14), справедливо находятся в заштрихованной области, изображенной на рис. 1. В дальнейшем эту область будем называть областью противозатратности, а случай 1 — *базовым*.

Из рис. 1. следует, что чем больше степень неоднородности агентов, т. е. чем меньше значение ω, тем меньше область противозатратности.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВАНСОВЫХ ПЛАТЕЖЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОТИВОЗАТРАТНОСТИ

Рассмотрим случай, когда Центр определяет планируемый объем финансирования в соответствии с выражением (4), но сначала выплачивает только аванс, а окончательный расчет осуществляет после завершения работ.

Пусть размер аванса a_i i-го агента составляет p-ю часть объема финансирования $c_i^{(s)}$, т. е. $a_i = pc_i^{(s)}$, где $p < 1$.

Как было отмечено выше, для выполнения работы i-му агенту, $i \in N$, необходимо затратить средства в размере z_i. Если $z_i \geq a_i$, агент для выполнения работы доплачивает свои собственные средства. Если этих средств недостаточно — агент берет кредит в банке.

Случай 2. Пусть собственных средств агента достаточно для выполнения работ. Нетрудно показать, что в этом случае случай 2 аналогичен базовому случаю. Действительно, получив аванс a_i и добавив собственных средств на сумму $z_i - a_i$, i-й агент, $i \in N$, выполняет весь объем работ и затем получает оставшуюся часть финансирования в размере $c_i^{(s)} - a_i$. При этом объем финансирования не меняется и определяется выражением (4). Прибыль i-го агента определяется выражением (7); таким образом, остается справедливым утверждение 1.

Случай 3. Собственными средствами агенты не располагают, для выполнения работ они берут кредит в банке по ставке кредитования, равной β, и поэтому общие затраты агентов на выполнение работы складываются из самих затрат z_i и платы за пользование кредитом $\beta(z_i - a_i)$. В этом случае, общие затраты i-го агента

$$z_{oi} = z_i + \beta(z_i - a_i) = (1 + \beta)\, z_i - \beta p(\rho^{(s)} + 1)s_i, \quad i \in N. \tag{15}$$

После выполнения работ i-й агент получает оставшуюся часть финансирования в размере $c_i^{(s)} - a_i$, и его прибыль

$$P_{i\text{ф}} = c_i^{(s)} - s_i + q(s_i - z_i) - \beta(z_i - a_i), \quad i \in N.$$

Учитывая выражения (4), (15) и $a_i = pc_i^{(s)}$, выражение для фактической прибыли можно записать в виде

$$P_{i\text{ф}} = [(1 + \beta)\rho^{(s)} + q + \beta p]s_i - (q + \beta)z_i, \quad i \in N.$$

Утверждение 1 для этого случая может быть сформулировано как

Утверждение 2. *Если* $c_i^{(s)}$, $i \in N$, *определяются в соответствии с выражением* (4), *агенты получают сначала аванс, а недостающие средства для выполнения работ покрывают кредитом, и все агенты сообщают достоверную информацию, т. е.* $s_i = z_i$, $i \in N$, *то* k*-му агенту не выгодно увеличивать планируемые затраты, если справедливо неравенство*

$$z_k \geq \left(1 - \frac{1-q}{(1+\beta p)(\rho^{(z)}+1)}\right)\frac{C}{\rho^{(z)}+1}. \ ♦$$

Утверждение 2 доказывается аналогично доказательству утверждения 1.

Здесь также нетрудно показать, что $s_i^* = z_i$, $i \in N$, является ситуацией равновесия по Нэшу, если выполняется неравенство

$$\min_{i \in N} z_i \geq A\left(1 - \frac{1-q}{(1+\beta p)(\rho^{(z)}+1)}\right)n,$$

из которого, в свою очередь, следует

$$\rho^{(z)} \leq \frac{\omega}{n-\omega} - \frac{n}{n-\omega}\frac{q+\beta p}{1+\beta p}.$$

Область противозатратности для случая 3 имеет такой же вид, как и на рис. 1. Но в этом случае $\rho_{\max} = \dfrac{\omega}{n-\omega} - \dfrac{n}{n-\omega}\dfrac{\beta p}{1+\beta p}$, а $q_{\max} = \dfrac{\omega}{n} - \dfrac{n-\omega}{n}\beta p$.

А это означает, что область противозатратности в случае 3 сократилась по сравнению с базовым случаем.

В существующей практике окончательный расчет производится, когда все работы завершены, и Центр может проверить, какие фактические затраты были у агента на выполнение работ. А это означает, что перед выплатой оставшихся средств Центр, зная фактические затраты, может пересчитать объем финансирования.

Случай 4. Пересчет объемов финансирования осуществляется в соответствии с выражением (2), что соответствует определению объемов финансирования агентов на основе достоверной информации об их затратах.

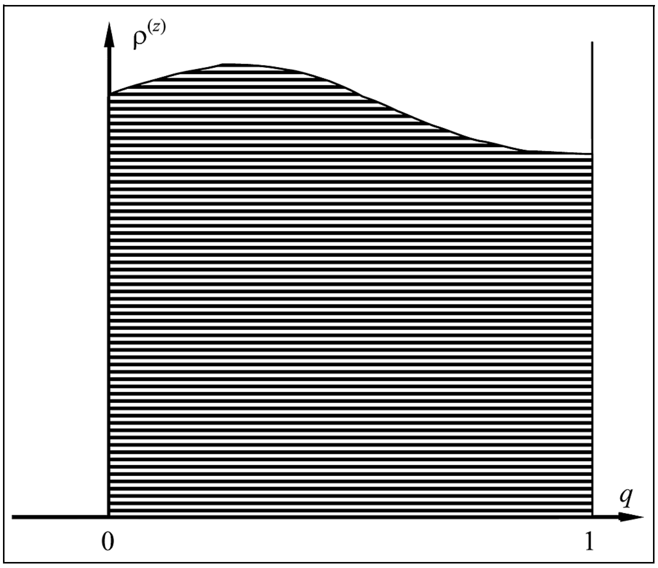

Рис. 2. Область противозатратности при определении объема финансирования в соответствии с выражением (2) и наличия у агентов собственных средств

Если i-й агент использует собственные средства на выполнение работ, его фактическая прибыль определяется как $P_{i\text{ф}} = c_i^{(z)} - s_i + q(s_i - z_i)$.

Учитывая выражения (2) и (3), прибыль агента можно записать в виде $P_{i\text{ф}} = (\rho^{(z)} + 1 - q)z_i - (1 - q)s_i$.

Отсюда легло видеть, что для получения максимальной прибыли агентам не выгодно увеличивать планируемые затраты при любом значении $\rho^{(z)}$ и при любом значении $q \in [0; 1)$, и, соответственно, в ситуации равновесия по Нэшу $s_i^* = z_i$, $i \in N$.

Область противозатратности для этого случая имеет вид заштрихованной фигуры, показанной на рис. 2.

Случай 5. Если у агентов собственные средства на выполнение работ отсутствуют, они используют заемные средства. Затраты i-го агента за пользование кредитом будут равны $\beta(z_i - a_i)$, и его прибыль будет определяться как

$$P_{i\text{ф}} = c_i^{(z)} - s_i + q(s_i - z_i) - \beta(z_i - pc_i^{(s)}), \quad i \in N.$$

Подставляя в это выражение значения $c_i^{(z)}$ и $c_i^{(s)}$, получаем

$$P_{i\text{ф}} = (\rho^{(z)} + 1 - q - \beta)z_i - [1 - q - \beta(\rho^{(s)} + 1)]s_i.$$

Утверждение 1 для этого случая может быть сформулировано как

Утверждение 3. *В случае, когда агенты получают аванс, равный p-й части $c_i^{(s)}$, и для выполнения работ берут кредит, а окончательный объем финансирования определяется в соответствии с выражением* (2), *то при сообщении всеми агентами достоверной информации, т. е. $s_i = z_i$, $i \in N$, k-му агенту не выгодно увеличивать планируемые затраты, если справедливо неравенство*

$$z_k \ge \left[1 - \frac{1-q}{\beta p(\rho^{(z)}+1)}\right]\frac{C}{\rho^{(z)}+1}. \ \blacklozenge$$

Утверждение 3 доказывается аналогично доказательству утверждения 1.

Здесь также нетрудно показать, что ситуация $s_i^* = z_i$, $i \in N$, является ситуацией равновесия по Нэшу, если выполняется неравенство

$$\min_{i \in N} z_i \ge A\left[1 - \frac{1-q}{\beta p(\rho^{(z)}+1)}\right]n.$$

Из этого неравенства нетрудно получить

$$\rho^{(z)} \le \frac{\omega}{n-\omega} + \frac{n}{n-\omega}\,\frac{1-q-\beta p}{\beta p}.$$

Область противозатратности для случая 5 имеет такой же вид, как показано на рис. 1. В этом случае $\rho_{\max} = \frac{\omega}{n-\omega} + \frac{n}{n-\omega}\frac{1-\beta p}{\beta p}$, а $q_{\max} = \frac{\omega}{n} + \frac{n-\omega}{n}(1 - \beta p)$.

А это означает, что область противозатратности в случае 5 увеличилась по сравнению с базовым случаем. Причем чем меньше аванс и меньше ставка кредита, тем больше область противозатратности.

Другими словами, при финансировании агентов на основе фактических затрат, даже если к затратам на выполнение работ добавляются затраты за пользование кредитом $\beta(z_i - a_i)$, требования к существованию ситуации равновесия по Нэшу, в которой агенты сообщают достоверную информацию о своих затратах, становятся менее ограничительными.

В рассмотренных выше случаях равные рентабельности агентам определяются только на этапе планирования, и агенты имеют одинаковые рентабельности на этапе реализации, только когда их планируемые затраты совпадают с фактическими, т. е. в области противозатраности.

Пусть теперь на этапе планирования Центр в первую очередь фиксирует рентабельности агентов и определяет размер их аванса. Фиксация рентабельности здесь имеет принципиальное значение, так как именно эта зафиксированная рентабель-

4. ПРОТИВОЗАТРАТНОСТЬ НА ОСНОВЕ МАКСИМАЛЬНОЙ И МИНИМАЛЬНОЙ РЕНТАБЕЛЬНОСТЕЙ

При реализации этого механизма Центр определяет и сообщает всем агентам единый минимальный норматив рентабельности ρ_0, который означает, что каждый агент гарантированно получит такое финансирование от Центра, которое обеспечит ему рентабельность не меньше ρ_0. Очевидно, что для обеспечения этой гарантии должно выполняться условие $C/\sum_{j \in N} s_j - 1 \geq \rho_0$. На основе полученных от агентов значений планируемых затрат Центр рассчитывает максимальный объем финансирования, который агенты могли бы получить. Максимальный объем финансирования i-го агента, $i \in N$,

$$L_i = C - (1 + \rho_0)\Big(\sum_{j \in N} s_j - s_i\Big). \qquad (18)$$

Фактически это означает, что если бы все агенты, кроме i-го, получали финансирования на основе минимального норматива рентабельности ρ_0, все оставшиеся средства Центр передавал бы i-му агенту.

Главная особенность максимального объема финансирования i-го агента состоит в том, что он не зависит от значения планируемых затрат самого i-го агента.

Максимальный объем финансирования агента позволяет определить его максимальную рентабельность работы, $\eta_i = (L_i - s_i)/s_i$.

Фактическая рентабельность $\rho_{i\text{ф}}$ i-го агента, $i \in N$, определяется как линейная комбинация минимальной ρ_0 и максимальной η_i рентабельностями: $\rho_{i\text{ф}} = (1 - k)\rho_0 + k\eta_i$, $k \in [0, 1]$.

На основе фактической рентабельности в соответствии с выражением (4) определяется объем финансирования i-го агента

$$c_i = (1 + \rho_{i\text{ф}})s_i = (1 - k)(1 + \rho_0)s_i + kL_i, \quad i \in N. \qquad (19)$$

Прибыль i-го агента с учетом выражения (7) может быть записана как

$$P_{i\text{ф}} = [(1 - k)\rho_0 - k + q]s_i + kL_i - qz_i, \ i \in N.$$

Отсюда следует, что агентам невыгодно будет завышать планируемые затраты на выполнение работ, если $[(1 - k)\rho_0 - k + q] < 0$. Это неравенство можно переписать в виде

$$\rho_0 < (k - q)/(1 - k). \qquad (20)$$

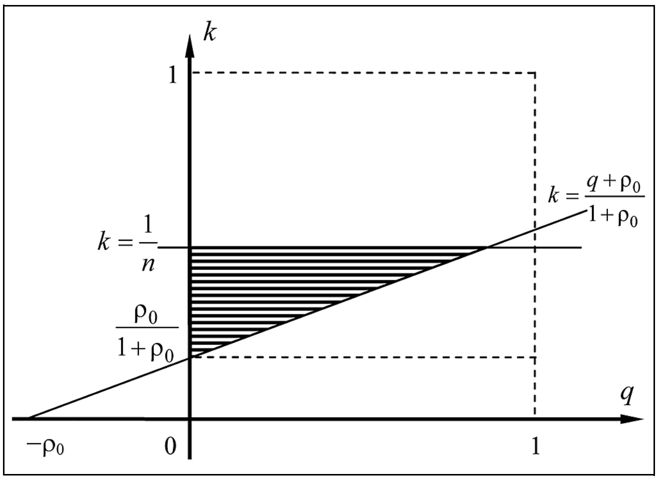

Рис. 3. Область противозатратности для $\rho_0 > 0$

Для реализуемости механизма необходимо, чтобы $\sum_{i \in N} c_i \leq C$. Подставив в это неравенство выражение (19), получим $(1 - kn)(1 + \rho_0)\sum_{i \in N} s_i + knC \geq C$, а отсюда следует $k \leq 1/n$.

Таким образом, при выполнении условий (20) и $k \leq 1/n$ агентам не выгодно будет завышать планируемые затраты, и прибыль i-го агента

$$P_{i\text{ф}} = \rho_0 z_i + k\Big[C - (1 + \rho_0)\sum_{j \in N} z_j\Big], \quad i \in N. \quad (21)$$

Заметим, что выбор $\rho_0 > 0$ соответствует тому, что Центр гарантирует i-му агенту получение прибыли в размере $\rho_0 z_i$, $i \in N$, в то время как фактическая прибыль определяется выражением (21) и принимает большее значение, чем гарантированная прибыль. Область противозатратности для этого случая, представлена на рис. 3 в виде заштрихованной области.

Если $\rho_0 = 0$, то Центр гарантирует агентам компенсацию всех запланированных затрат на выполнение работ, в то время как фактическая прибыль $P_{i\text{ф}} = k\Big(C - \sum_{j \in N} z_j\Big)$, $i \in N$.

Область противозатратности для этого случая, представлена на рис. 4 в виде заштрихованной области.

Если $-1 < \rho_0 < 0$, то Центр гарантированно компенсирует только часть затрат, в то время как фактическая прибыль определяется выражением (21).

Область противозатратности для этого случая представлена на рис. 5 в виде заштрихованной области.

Несмотря на то, что при $\rho_0 < 0$ Центр гарантирует компенсацию только части затрат, фактический объем финансирования может обеспечить агенту получение прибыли. Действительно, из выражения (21) следует, что i-й агент, $i \in N$, получает прибыль при $\rho_0 < 0$, если справедливо условие $C > (1 + \rho_0) \sum_{j \in N} z_j - \frac{\rho_0}{k} z_i$.

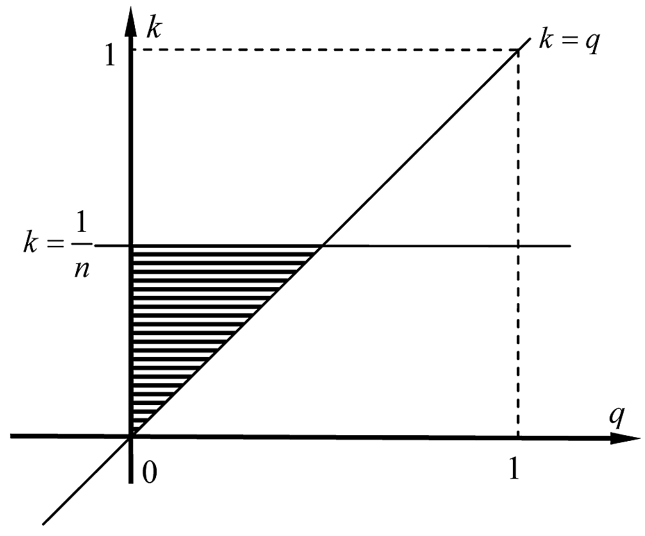

Рис. 4. Область противозатратности для $\rho_0 = 0$

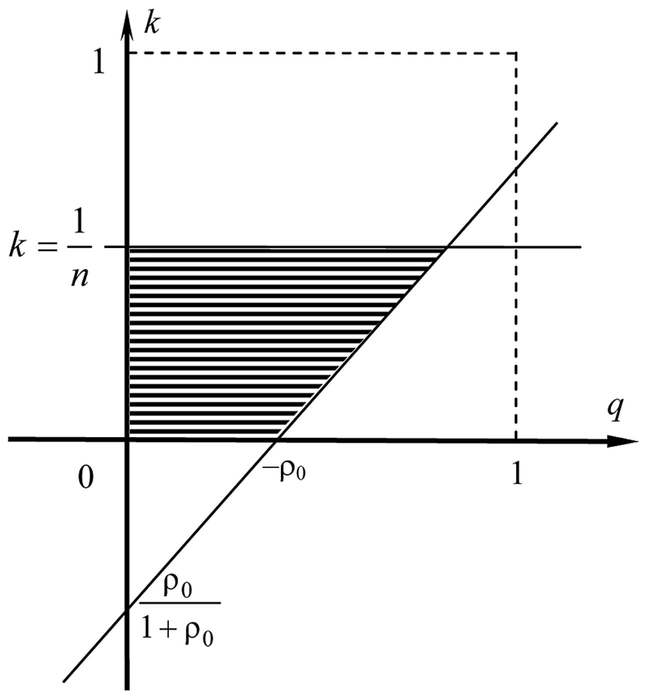

Рис. 5. Область противозатратности для $-1 < \rho_0 < 0$

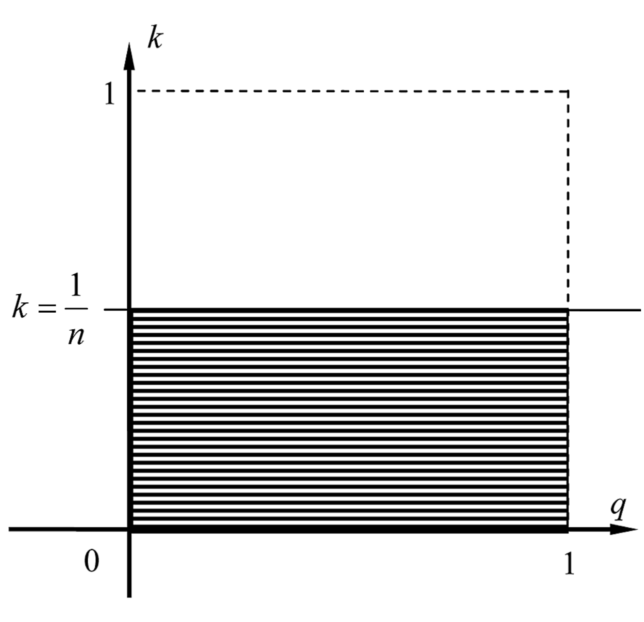

Рис. 6. Область противозатратности для $\rho_0 = -1$

И, наконец, если $\rho_0 = -1$, то это соответствует случаю, когда Центр вообще не гарантирует компенсации затрат агентам на выполнение работ. При этом объем финансирования всех агентов, как следует из выражения (19) с учетом формулы (18), будет составлять $c_i = kC$, $i \in N$, т. е. все агенты будут получать одинаковый объем финансирования, несмотря на то, что фактические затраты на выполнение работ могут значительно отличаться друг от друга. Соответственно, все агенты будут иметь прибыль в размере $P_{iф} = kC - z_i$, $i \in N$. Отсюда можно сделать вывод, что все агенты будут работать с прибылью, если справедливо неравенство $\max_i \{z_i\} < kC$.

Область противозатратности для заданного Центром значения $\rho_0 = -1$ представлена на рис. 6 в виде заштрихованной области.

Для построения области противозатратности в осях координат ρ_0 и q перепишем выражение (20) в виде

$$k > (\rho_0 + q)/(1 + \rho_0). \qquad (22)$$

Напомним, что $k \le 1/n$, причем фонд C распределяется между агентами полностью, если $k = 1/n$. Подставив в неравенство (22) значение k, получим

$$\rho_0 < (1 - nq)/(n - 1). \qquad (23)$$

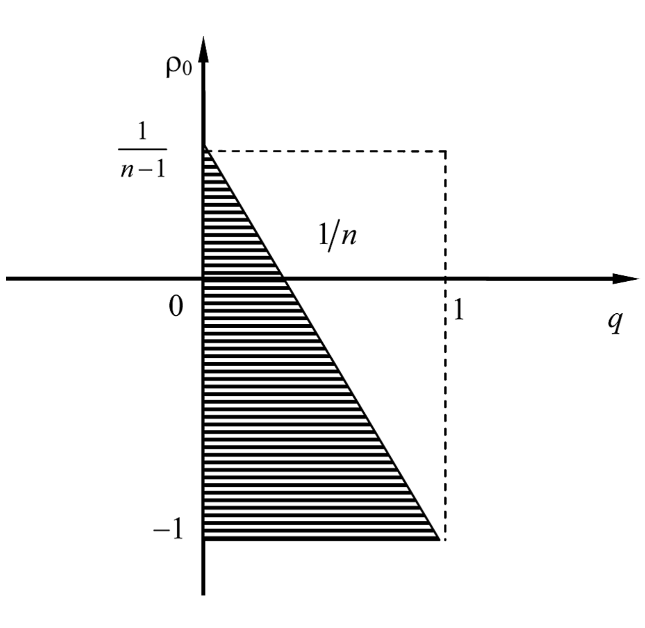

Рис. 7. Область противозатратности

Область противозатратности в осях координат ρ_0 и q представлена на рис. 7 в виде заштрихованной области.

Таким образом, если q и ρ_0 принадлежат заштрихованной области, то агентам выгодно сообщать Центру фактические значения затрат на выполнение работ, и целевая функция Центра будет принимать минимальное значение. Нетрудно также заметить, что с ростом числа агентов n область противозатратности сокращается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение области противозатратности при распределении финансовых средств на основе принципа равных рентабельностей основывается на прогнозных значениях рентабельности $\rho^{(z)}$ и степени неоднородности агентов ω, так как истинные значения затрат Центру не известны. Поэтому возможность получения достоверной информации о затратах агентов может быть определена таким образом: «Агенты заинтересованы сообщать достоверную информацию о затратах, если значения $\rho^{(z)}$, ω и заданный Центром норматив q удовлетворяют условию (14)». В то же время, при распределении финансовых средств на основе максимальной и минимальной рентабельностей Центр сам формирует область противозатратности, задавая соответствующие параметры, а именно, единый минимальный норматив рентабельности ρ_0, значение коэффициента $k \in [0; 1]$ и значение норматива q. Главное, чтобы значения этих параметров удовлетворяли условиям (20) и $k \le 1/n$.

Отметим, что неравенство (23) — это ограничение на минимальную рентабельность, в то время как при распределении финансовых средств на основе принципа равных рентабельностей выражение (14) — это ограничение на максимальную рентабельность.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бурков В.Н., Кашенков А.Р.* Противозатратные механизмы управления научными исследованиями и разработками // Совершенствование организационно-экономического механизма управления деятельностью научно-исследовательских и проектно-конструкторских учреждений. — М., 1988. — С. 45.
2. *Бурков В.Н., Кашенков А.Р.* Противозатратный механизм управления предприятием // Механизмы управления социально-экономическими системами / ИПУ РАН. — 1988. — С. 5—9.
3. *Щепкин А.В.* Внутрифирменное управление (модели и механизмы): учеб. пособие. — М.: ИПУ РАН, 2001. — 80 с.
4. *Anderson S.A.* Framework for Assessing Cost Management System Changes: The Case of Activity-Based-Costing Implementation at General Motors // Journal of Management Accounting Research. — 1995. — Vol. 7. — P. 1—51.
5. *Mevellec P.* Cost Systems Design. — UK: Palgrave Macmillan, 2009. — 311 p.
6. *Berk J.* Cost Reduction and Optimization for Manufacturing and Industrial Companies. — John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ and Scrivener Publishing LLC, Salem, Massachusetts, 2010. — 272 p.
7. *Механизмы* управления: учеб. пособие / Под ред. Д.А. Новикова. — М.: ЛЕНАНД, 2011. — 192 с.
8. *Бурков В.Н.* Основы математической теории активных систем. — М.: Наука, 1977. — 256 с.
9. *Коргин Н.А.* Неманипулируемые механизмы планирования в организационных системах при нетрансферабельной полезности: новые результаты и перспективы // XII Всерос. совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 / Москва, ИПУ РАН. — М., 2014. — С. 5325—5331.
10. *Бондарик В.Н., Коргин Н.А.* Механизмы распределения ресурсов на основе неманипулируемых симметричных анонимных процедур голосования с делегированием // Проблемы управления. — 2012. — № 5. — С. 26—32.
11. *Ануфриев И.К., Бурков В.Н., Вилкова Н.И., Рапацкая С.Т.* Модели и механизмы внутрифирменного управления. — М.: ИПУ РАН, 1994. — 72 с.
12. *Джинни К.* Средние величины. — М.: Статистика, 1979. — 447 с.

Статья представлена к публикации руководителем РРС Г.А. Угольницким.

Щепкин Александр Васильевич — д-р техн. наук,
гл. науч. сотрудник, Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва,
✉ sch@ipu.ru.