

СИСТЕМА МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОГО ОТДЕЛА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.Ю. Иванов, Д.В.Клевцов

Самарский государственный аэрокосмический университет

им. академика С.П.Королева, Самара, Россия

В настоящее время большинство машиностроительных предприятий имеют в своей структуре проектно-конструкторские отделы, выполняющие проектные работы, необходимые непосредственно в процессе производства или для модернизации имеющихся технологий. Следует отметить, что в большинстве случаев объем данных работ относительно невелик и для экономической целесообразности содержания таких отделов руководство предприятий привлекает сторонних исполнителей [1].

В этой связи возникает задача проектирования оптимально-согласованной системы материального стимулирования работников конструкторских отделов в условиях выполнения сторонних заказов.

Общий доход от выполнения услуг, осуществляемых конструкторскими работниками, определяется по формуле

$$D = C \cdot y \quad (1)$$

где C – стоимость единицы работы (стоимость нормо-часа), y – объем работ (количество нормо-часов).

Получаемые предприятием средства от выполнения услуг предлагается распределять по следующей схеме (рис. 1).

Часть этих средств $\Phi OT = \alpha \cdot D$ представляет фонд оплаты труда (ФОТ) конструкторов. Другая часть $\Phi P = (1 - \alpha) \cdot D$ есть фонд развития предприятия, которым распоряжается ее руководство. Таким образом, создание материального стимула в виде ФОТ предполагает формирование заинтересованности исполнителей в высокоэффективном труде. Однако данное утверждение требует тщательной обоснованности и количественной оценки. Имеются два фактора, определяющие поведение исполнителей. Первый – порядок формирования ФОТ (в модели – это определение норматива α). Второй – порядок распределения ФОТ между конкретными работниками. Начнем последовательно исследовать данную задачу

(моделирование поведения исполнителей) с порядка распределения ФОТ. Будем считать, что объем услуг измеряется в нормо-часах трудоемкости, так что T – общий объем заявок на услуги. Примем далее, что t_i - объем работ, выполненный i -ым работником. В данном случае вводится коэффициент трудового участия i -го исполнителя:

$$k_i = \frac{t_i}{\sum t_j} = \frac{t_i}{T}. \quad (2)$$

Заработок i -го конструктора в данном случае составит:

$$f_i^* = k_i \cdot \text{ФОТ} = \frac{t_i}{T} \cdot \alpha \cdot \text{Ц} \cdot T = t_i \cdot \alpha \cdot \text{Ц}. \quad (3)$$

В общем случае целевая функция, определяющая поведение работника, может быть записана следующим образом:

$$f_i(t_i) = f_i^*(t_i) - c_i(t_i), \quad (4)$$

где $c_i(t_i)$ - стоимостной эквивалент затрат, которые несет исполнитель при выполнении работ в объеме t_i . Основная проблема использования модели (4) заключается в корректной идентификации функции затрат $c_i(t_i)$. Для решения данной задачи можно использовать метод экспертных оценок. В качестве экспертов выступали конструктора авиастроительного предприятия ЗАО «Авиастар-СП», г. Ульяновск. Вопрос при экспертизе ставился следующим образом: «Какова минимальная ставка оплаты одного нормо-часа Вас удовлетворила бы, чтобы Вы, по крайней мере, не отказались от его выполнения?» Необходимо при этом напомнить, что зачастую часть услуг выполняется за пределами основного рабочего дня, что требует повышенной напряженности труда. Более того, клиенты за свои деньги вполне обоснованно ожидают, а в ряде случаев и требуют соответствующего качества выполненных работ, что еще больше увеличивает напряженность труда.

В результате проведения экспертизы были опрошены 18 работников. В табл. 1 представлены полученные результаты. Здесь через μ обозначена минимально допустимая ставка оплаты одного нормо-часа. Как выяснилось в результате опроса, работники по разному оценивают стоимость своей работы в зависимости от дополнительной нагрузки.

Таблица 1– Итоги результатов опроса

t (нормо-час)	0-80	80-120	120-150
μ (руб./нормо-час)	300	440	510

Так, если общая трудоемкость по объему работ не превышает 80 часов, допустимым с точки зрения рабочих является тариф μ равный 300 руб./нормо-час. Если же имеет место «перегрузка», повышается напряженность труда, то расценки, по мнению работников, должны возрастать, как это показано в табл. 1. Отметим, что полученная в результате проведенной экспертизы табличная функция $\mu(t)$ безусловно полезна и несет существенную семантическую информацию, но неудобна с точки зрения решения задач анализа. Поэтому заменим ее аппроксимацией, которая имеет вид линейной зависимости.

В аналитическом виде это будет следующая запись:

$$\mu(t) = \omega_0 + \omega_1 \cdot t. \quad (5)$$

Исходя из граничных условий (при $t = 150 \quad \mu = 510$, $t = 80 \quad \mu = 300$), имеем:

$$\begin{cases} 510 = \omega_0 + \omega_1 150 \\ 300 = \omega_0 + \omega_1 80 \end{cases} ,$$

откуда $\omega_0 = 60$, $\omega_1 = 3$.

С учетом вышесказанного целевая функция i -го работника приобретает вид:

$$f_i(t_i) = t_i \cdot \alpha \cdot Ц - \mu(t) \cdot t = t_i \cdot \alpha \cdot Ц - \omega_0 \cdot t_i - \omega_1 \cdot t_i^2, \quad (6)$$

Рассматривая организацию услуг конструкторского отдела следует выделить три элемента, взаимодействие которых формирует систему отношений

- руководство предприятия;
- конструктора;
- заказчики.

Наличие своих, именно им присущих, интересов у каждого из участников взаимодействия приводит к необходимости решения задач их согласования. Рассмотрим, каким образом методы материального стимулирования обеспечивают условия согласования.

Естественным представляется, что интересы руководства, отвечающего за весь комплекс задач по управлению своим предприятием (материально-техническое снабжение, транспорт, приобретение оборудования,

поддержание его в работоспособном состоянии, оплата энергоснабжения - тепло, электричество и др.), заключаются в максимизации финансовых средств, которые оно получает от реализации услуг, так что

$$\Phi(\alpha) = (1 - \alpha) \cdot D \xrightarrow{\alpha} \max \quad (7)$$

Величина дохода, как указывалось ранее, определяется потоком заявок T и сложившимися ценами Π на проектно-конструкторские услуги, так что $D = \Pi \cdot T$. Будем исходить из того, что цены услуг формируются рынком, являются объективной категорией и в нашем случае будут рассматриваться как константа. Поток заявок зависит от качества работ, профессионализма персонала, его отношения к работе, стремлением при сложившихся условиях (система оплаты труда и ее параметры) получить желаемый объем работ. Стратегия работников, качество их работы будут такими, чтобы обеспечить им желаемую загрузку, то есть

$$t_i^0 = \frac{\alpha \cdot \Pi - \omega_0}{2\omega_1};$$

Таким образом, при рациональном поведении исполнителей получаем

$$T = \sum t_i^0 = n \frac{\alpha \cdot \Pi - \omega_0}{2\omega_1} \quad (8)$$

Объединяя (7) и (8) имеем

$$\Phi(\alpha) = (1 - \alpha) \cdot n \cdot \frac{\alpha \cdot \Pi - \omega_0}{2\omega_1} \Pi \quad (9)$$

Оптимальное значение норматива α ищется традиционным способом

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} = -n \frac{\alpha \cdot \Pi - \omega_0}{2\omega_1} \Pi + (1 - \alpha) \frac{n \cdot \Pi^2}{2\omega_1} = 0$$

Откуда имеем

$$\alpha_{\Pi}^0 = \frac{\Pi - \omega_0}{2\Pi} \quad (10)$$

Как указывалось выше, интерес каждого конкретного работника заключается в максимизации его целевой функции, которая имеет вид

$$f_i = \alpha \cdot \Pi \cdot t_i - \omega_0 \cdot t_i - \omega_1 \cdot t_i^2 \quad (11)$$

Анализ (11) с точки зрения максимизации f_i подсказывает решение

$$\alpha_n^0 = \alpha^{\max} = 1 \quad (12)$$

Подобный арифметический подход, однако, не вполне приемлем. Значение $\alpha = 1$ означает, что абсолютно все средства идут на материальное

стимулирование конкретных исполнителей. Это неправильно, так как необходимо решать общесистемные задачи предприятия. Поэтому рассмотрим область допустимых состояний по параметру α с позиций интересов работников.

Верхняя граница $\alpha = 1$ уже обсуждалась. Рассмотрим теперь минимально допустимое значение α , при котором исполнители, по крайней мере, не откажутся от выполнения работ. Конкретизируем исследование с использованием введенного фондообразующего показателя трудоемкости t_i . Для этого обратимся к математической модели целевой функции исполнителя (11) и дадим две ее графические интерпретации (рис. 1, 2).

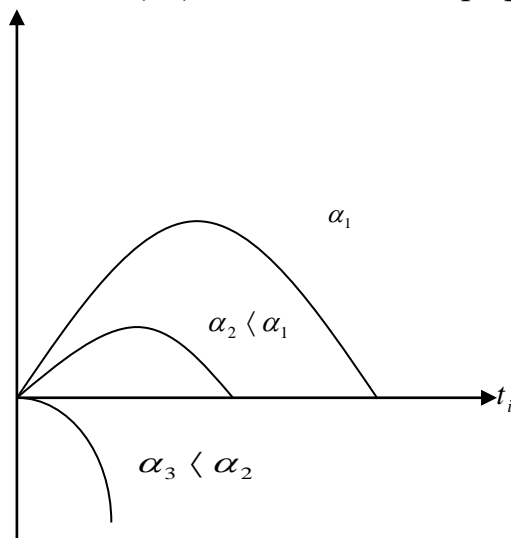


Рис. 1 Семейство $f_i(t_i)$ при различных нормативах α

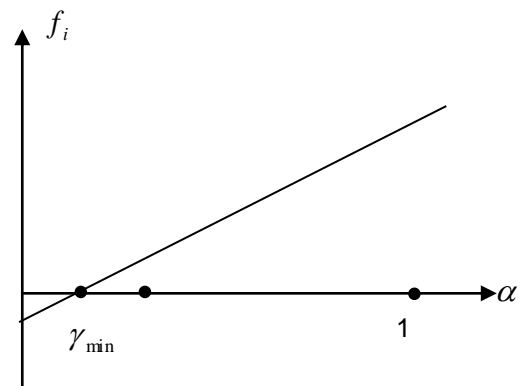


Рис. 2 Зависимость $f_i(\alpha)$

Аналитическая оценка α_{\min} получается в результате следующих рассуждений. При каждом фиксированном α у исполнителей формируются свои представления об оптимальной нагрузке t_i^0 , обеспечивающей им максимум целевой функции, аналитический вид которой был получен ранее.

Вид кривых (рис. 1, 2) наглядно иллюстрирует, что, по мере снижения норматива отчислений в фонд материального поощрения, интерес исполнителей к выполнению дополнительной нагрузки падает. Очевидно, что α_{\min} есть такое значение норматива, при котором исполнители вообще откажутся от этой нагрузки, так что $t_i^0(\alpha_{\min}) = \frac{Ц \cdot \alpha_{\min} - \omega_0}{2 \omega_1} = 0$. Откуда следует,

что

$$\alpha_{\min} = \frac{\omega_0}{Ц} \tag{13}$$

Таким образом, область допустимых значений норматива α для работников определяется неравенством

$$\frac{\omega_0}{\Pi} < \alpha \leq 1 \quad (14)$$

Рассмотрев таким образом задачу поиска оптимальных значений норматива отчислений с позиций интересов руководства и конкретных исполнителей, построим область согласованных решений.

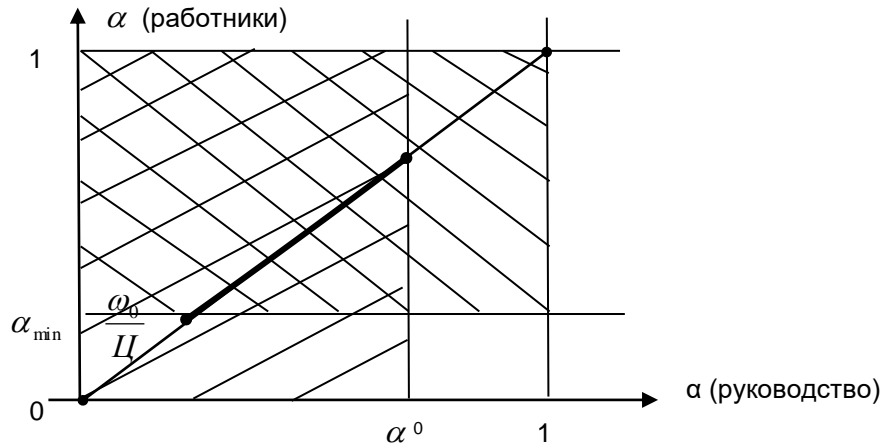


Рис. 3 Область допустимых решений по α

На рис. 3 по оси абсцисс находятся значения α , соответствующие интересам руководства. Ранее было показано, что оптимум по нормативу α с позиций интересов руководства составляет $\alpha^0 = \frac{\Pi - \omega_0}{2 \Pi_0}$, что соответствует вертикальной прямой на рис. 3 ($\alpha = \alpha^0$). По оси ординат находятся значения норматива, соответствующие интересам исполнителей, и для них справедливо $1 \geq \alpha > \alpha_{\min} = \frac{\omega_0}{\Pi}$. Поскольку назначаемый норматив является единым для всех участников взаимодействия, то допустимые решения находятся на выделенном участке прямой, выходящей под углом 45° из начала координат. В итоге получаем, что область допустимых решений ($\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha^0$) геометрически интерпретируется участком прямой, находящейся внутри выделенного квадрата. Принципиальным моментом с точки зрения обеспечения согласования интересов является выполнение условия $\alpha^0 \geq \frac{\omega_0}{\Pi}$.

Найденное оптимальное значение $\alpha^0 = \frac{Ц - \omega_0}{2Ц}$, отражающее интересы

руководства, действительно соответствует условию максимума

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha^2} = \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} \left[(1-\alpha)Ц \cdot \frac{\alpha \cdot Ц - \omega_0}{2 \omega_1} \right] = -\frac{Ц^2}{\omega_1} < 0$$

Отрицательность второй производной свидетельствует о максимуме экстремума.

Рассматривая проблему организации проектно-конструкторских услуг, помимо исследования вопросов взаимодействия работников между собой (имеется в виду руководства и исполнителей), необходимо исследовать механизмы взаимодействия клиентов (заказчиков услуг) с организацией, которая реализуют поступающие заказы.

Проблема оценки качества проектно-конструкторских работ, управления качеством является очень сложной и многоаспектной. Рассмотрим один из возможных подходов. Для этого вновь рассмотрим целевую функцию конструкторов. Входящий в целевую функцию параметр t_i , представляющий трудоемкость выполненных $i^{\text{БМ}}$ исполнителем работ, рассматривался как свободная переменная. Все рассуждения сводились к тому, чтобы оценить, какую нагрузку t_i^0 желал бы выполнить работник при действующей системе стимулирования. Однако, рассматривая конкретный конструкторский отдел как элемент рыночной среды, следует отметить, что оно функционирует в условиях конкуренции. В результате «на входе» предприятия имеет место поток заявок, измеряемый величиной T^3 . Данный параметр в общем случае является случайной величиной и определяется клиентами. Величина T^3 зависит от двух факторов:

- платежеспособности заказчика;
- авторитета проектно-конструкторского отдела, определяемого качеством конструкторских услуг.

Учитывая низкую платежеспособность заказчиков, следует констатировать, что в настоящее время наблюдается ситуация, когда предложение по проектно-конструкторским услугам превышает платежеспособный спрос. В формализованном виде это описывается неравенством

$$\sum t_i^0 > T^3 \tag{15}$$

В результате, вне зависимости от желания исполнителей выполнить работы в объеме t_i^0 при распределении T^3 , им достанется меньшее задание t_i^ϕ . Отметим при этом, что $\sum t_i^\phi = T^3$. Очевидно, что персонал конкретного предприятия заинтересован в увеличении потока заявок T^3 . Это возможно лишь при повышении качества оказываемых услуг.

Если через K обозначим некоторый интегрированный показатель качества, то имеет место зависимость

$$T^3 = T(K) \tag{16}$$

Отсюда приходим к выводу, что

$$\frac{\partial T^3}{\partial K} > 0 \tag{17}$$

Рассмотрим теперь, в какой степени методы материального стимулирования согласованы с интересами клиентов. Для этого исследуем производную целевой функции по объемам оказываемых услуг (рис. 4):

$$\frac{\partial f_i}{\partial t_i} = \alpha \cdot \Pi - \omega_0 - 2 \omega_1 \cdot t_i \tag{18}$$

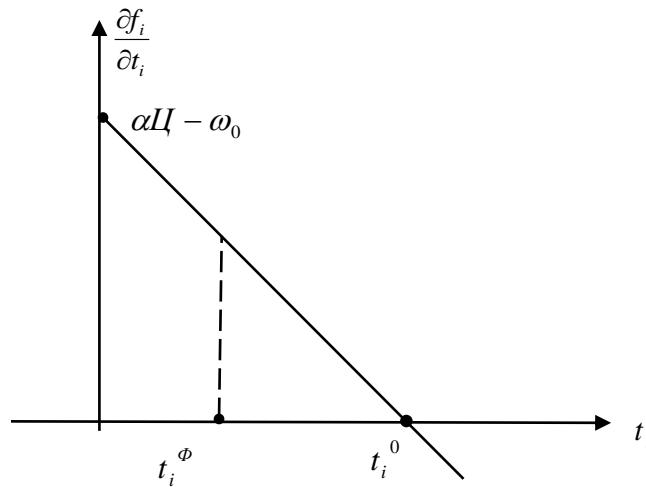


Рис. 4 Графическая иллюстрация (18)

Из графика (рис. 4) видно, что на участке $[t_i^\phi - t_i^0]$ производная целевой функции по объемам выполняемых работ положительна. Таким образом, в условиях недостатка спроса на услуги (а именно такой случай мы и рассматриваем) исследованная нами система стимулирования нацеливает исполнителей на действия (отношение к работе и клиентам, стремление к повышению своего профессионализма и пр.), обеспечивающие рост заявок T^3 за счет повышения качества.

Таким образом, в сложившихся условиях российской экономики и

организации управления проектно-конструкторскими отделами машиностроительных предприятий предложенная модель материального стимулирования непосредственным образом способствуют повышению качества выполняемых работ, что соответствует интересам клиентов (заказчиков услуг).

Список литературы:

1. Васильева О.Н., Засканов В.В., Иванов Д.Ю., Новиков Д.А. Модели и методы материального стимулирования: Теория и практика. М.: ЛЕНАНД, 2007. – 288с.