

УДК 519.87 : 658.310.13 : 629.562

А.А. Беднарчик, В.С. Спицын, В.И. Меньшиков

Математическая модель стимулирования мотивации труда на промысловых судах

A.A. Bednarchik, V.S. Spitsyn, V.I. Men'shikov

The mathematical model of stimulating motivation of labour on fishing vessels

Аннотация. Предложена математическая модель управления состоянием мотивации труда судового коллектива в открытой двухуровневой системе, включающей руководство компании и состав экипажа. Разработан метод согласования мотивационных интересов руководства компании и состава судового экипажа.

Abstract. The mathematical model of management of motivation state in the vessel crew has been proposed. The model has been worked out for the open two-level system consisting of the company management and members of the vessel. The method of harmonizing the interests of management's motivation and membership of the crew has been developed.

Ключевые слова: мотивация труда, "человеческий элемент", судно
Key words: labor motivation, "human element", vessel

1. Введение

В ограниченных временными рамками условиях, а также в конкурентной среде рыночной экономики важным фактором, способствующим выполнению производственного плана рыбопромысловой компанией, является мотивационная заинтересованность субъектов из состава судового экипажа.

Математические модели в процессе изучения проблем мотивации труда применяются с 1970-х гг. (Пунтус, 2002). В трудах отечественных ученых анализируются построение и использование методов математического моделирования в сложных социальных и экономических системах (Котляров, 2007; Лайпанова, 2011; Федосеев, 2007).

Целью нашего исследования является разработка обобщенной математической модели мотивации труда судового экипажа промыслового судна в пределах открытой двухуровневой системы, включающей руководство промысловой компании и судовой экипаж. В отличие от существующих моделей стимулирования труда в данном исследовании вводятся параметры надежности выполнения производственного плана каждым членом экипажа и промысловым судном в целом.

Управление состоянием мотивации в судовом коллективе ("человеческом элементе") реализуется в открытой двухуровневой системе. Центральным органом, осуществляющим планирование мотивации труда и управление ею, является высшее руководство промысловой компании. Судовой коллектив состоит из m субъектов ($s_i, i \in I$, где $I = \{1, 2, \dots, m\}$), имеющих собственные представления об отношении "труд – вознаграждение" (эти представления носят случайный характер). Кроме того, судовой "человеческий элемент" подразделяется на классы субъектов D_i , объединенных по характеру профессиональной деятельности.

2. Математическая модель стимулирования мотивации труда

Процесс управления мотивацией "человеческого элемента" будем рассматривать как ряд последовательных периодов ($k = 0, 1, \dots$). В k -м периоде среди субъектов профессионального класса D_i возник конфликт по поводу отношения "труд – вознаграждение" с численным смещением R в сторону одной из двух компонент, равным величине r_{ik} по $i \in I$. Пусть $r_{ik} = r_k = \text{const}$ при $\forall k$, причем общее смещение в соотношении "труд – вознаграждение" R равно сумме r_i по $i \in I$, а величины r_i и R известны высшему руководству компании. Более того, субъектам из числа судового "человеческого элемента" ($s_i, i \in I$, где $I = \{1, 2, \dots, m\}$) известны с точностью до некоторых принимаемых ими оценок, далее называемых субъективными оценками, величины r_i и R .

Если принять, что нижняя граница требований судового "человеческого элемента" C_k ($s_i, i \in I$, где $I = \{1, 2, \dots, m\}$) формируется и устанавливается высшим руководством промысловой компании, то

задача управления мотивацией заключается в определении такого значения нижней границы требований C_k , которое позволит согласовать текущее соотношение "труд – вознаграждение" R между судовым "человеческим элементом" и высшим руководством, а также обеспечить выполнение плановых заданий субъектом $s_i, i \in I$, с одной стороны, и удовлетворение запроса на вознаграждение этого субъекта – с другой.

Для скалярных величин, характеризующих состояние i -го субъекта из состава судового "человеческого элемента" ($s_i, i \in I$, где $I = \{1, 2, \dots, m\}$) и в целом социотехнической системы (судна) в течение k -го периода функционирования, будем использовать следующие обозначения:

– V_i и V – субъективные оценки величин r_i и R , формируемые высшим руководством и устанавливаемые им на судах компании; при этом V равна сумме V_i по $i \in I$, а $0 \leq V_i \leq r_i$ и $0 \leq V \leq R$;

– w_{ik} и W_k – субъективные оценки величин r_i и R , формируемые высшим руководством на этапе проработки проблемы мотивации деятельности судового "человеческого элемента"; при этом W_k равна сумме w_{ik} по $i \in I$, а $0 \leq w_{ik} \leq V_i$ и $0 \leq W_k \leq V$.

Пусть величина C_k соответствует представлениям высшего руководства компании и определена как $0 \leq C_k \leq V$. Плановые величины x_{ik} и X_k принимаются высшим руководством компании в процессе определения мотивации труда судового "человеческого элемента"; причем X_k устанавливается при выполнении условий $0 \leq X_k \leq C_k$ и $0 \leq x_{ik} \leq V_i$.

Случайная величина стимулирования мотивации y_{ik} , отвечающая представлению субъекта о фактической величине этого стимулирования x_{ik} , формируется у субъекта на этапе реализации процесса мотивации исходя из известной ему оценки w_{ik} и функции распределения $F_i(y_i)$. Если принять, что функция распределения $F(Y)$ является сверткой по $i \in I$ функций $F_i(y_i)$, то $F(Y)$ будет законом распределения случайной величины Y_k , отражающей реализацию высшим руководством компании плановой величины стимулирования мотивации X_k .

Пусть функции $F_i(y_i)$ и $F(Y)$ непрерывны и строго возрастают по y_i на $[0, V_i]$, а Y – на интервале $[0, V]$. Тогда законы стимулирования мотивации труда на судах промышленной компании можно записать следующим образом:

– закон стимулирования в представлении высшего руководства компании в кусочно-линейном отображении:

$$\Phi(X_k, Y_k) = \begin{cases} Y_k - \gamma(X_k - Y_k) & \text{при } X_k \geq Y_k, \\ Y_k - \beta(Y_k - X_k) & \text{при } X_k < Y_k, \end{cases} \quad (1)$$

где γ и β – постоянные коэффициенты ($\gamma > 0$; $0 < \beta \leq 1$);

– закон стимулирования в представлении субъектов из ($s_i, i \in I$, где $I = \{1, 2, \dots, m\}$):

$$\varphi_i(x_{ik}, y_{ik}, w_{ik}) = \begin{cases} y_{ik} - (\alpha + w_{ik}/x_{ik})(x_{ik} - y_{ik}) & \text{при } x_{ik} \geq y_{ik}, \\ y_{ik} - \beta(y_{ik} - x_{ik}) & \text{при } x_{ik} < y_{ik}, \end{cases} \quad (2)$$

где $0 < \alpha \leq 1$.

Процесс согласования интересов высшего руководства промышленной компании и судового "человеческого элемента" с учетом законов стимулирования мотивации (1) и (2), смещающих акцент в соотношении "труд – вознаграждение", можно детализовать, если дополнительно определить ряд особенностей функционирования социотехнической системы.

Пусть высшее руководство промышленной компании и субъект из состава судового "человеческого элемента" по-разному оценивают величину r_i в D_i . Субъект имеет более достоверную информацию, что позволяет ему проявлять активность и, если это выгодно, в каждом периоде согласования стимулирования мотивации труда k ограничивать выполнение планового задания величиной ω_{ik} . Если этот субъект ведет себя рационально и не наносит вреда промышленной компании, а также в каждый период согласования k его удовлетворяет отношение $y_{ik} \geq w_{ik}$, то высшее руководство может самостоятельно наложить ограничение ω_{ik} на величину y_{ik} . Тогда, используя результаты исследований В.Н. Буркова (1977), границы величин w_{ik} и ω_{ik} можно представить в виде параметрического семейства распределений:

– при $0 \leq w_{ik} \leq \omega_{ik} \leq V_i$:

$$F_i(w_{ik}, \omega_{ik}, y_i) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq y_i \leq w_{ik}, \\ F_i(y_i), & \text{если } w_{ik} < y_i \leq \omega_{ik}, \\ 1, & \text{если } y_i > \omega_{ik}; \end{cases}$$

– при $0 \leq \omega_{ik} \leq w_{ik} \leq V_i$:

$$F_i(w_{ik}, \omega_{ik}, y_i) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq \omega_{ik} \leq y_i \leq w_{ik}, \\ 1, & \text{если } y_i > w_{ik}. \end{cases}$$

Вполне естественно принять, что высшее руководство компании, как и подведомственный ему судовой "человеческий элемент", имеет возможность ограничивать при согласовании мотивационные затраты X_k величиной ω_k . Тогда

$$F(\omega_k, Y) = \begin{cases} F(Y) & \text{при } Y \leq \omega_k, \\ 1, & \text{при } Y > \omega_k, \end{cases} \quad (3)$$

а планы по внедрению стимулирования мотивации в компании могут формироваться по следующему закону:

$$u_{k+1} = \begin{cases} (1 + a)u_k & \text{при } u_k \geq z_k, \\ u_k + a z_k & \text{при } u_k < z_k, \end{cases} \quad (4)$$

где $u = X$, $z = Y$ (для высшего руководства компаний); $u = x_i$ и $z = y_i$ (для субъекта из состава судового "человеческого элемента").

Пусть субъект из $(s_i, i \in I, \text{ где } I = \{1, 2, \dots, m\})$ учитывает складывающуюся экономическую ситуацию в промышленной компании в последующие периоды N_i согласования и устанавливает в k -м периоде границу ω_{ik} на выполнение плана мотивации x_{ik} . Кроме того, пусть субъекту известны закон, по которому высшее руководство формирует оценку w_{ik} , и степень влияния границы ω_{ik} на будущие планы и их выполнение. В этих условиях в качестве критерия эффективности мотивации субъекта из $(s_i, i \in I, \text{ где } I = \{1, 2, \dots, m\})$ можно предложить следующее выражение:

$$\eta_i(x_i, w_i, \omega_i) = \varphi_i(x_{ik}, w_{ik}, \omega_{ik}) + \sum_{q=k+1}^{k+N} \int_0^{V_i} \varphi_i(x_{iq}, w_{iq}, y_i) dF_i(w_{iq}, \omega_{ik}, y_i).$$

Аналогично критерий эффективности мотивации высшего руководства компании при условии, что оно учитывает экономическую ситуацию в последующие периоды N при согласовании планов мотивации труда, записывается так:

$$\eta(X, \omega) = \Phi(X_k, \omega_k) + \sum_{q=k+1}^{k+N} \int_0^Y \Phi(X_q, Y) dF(\omega_q, Y), \quad (5)$$

причем для вычисления математического ожидания $\Phi(X, Y)$ при заданной границе ω , определенной как $X \leq \omega \leq V$, можно, используя результаты исследований *В.Н. Буркова* (1977), предложить следующее выражение:

$$\eta'(X, \omega) = (1 - \beta) \left[\omega - \int_0^{\omega} F(Y) dY \right] - (\gamma - \beta) \int_0^X F(Y) dY + \beta X. \quad (6)$$

Для реализации мотивации труда в промышленной компании высшему руководству необходимо выбрать решающее правило $\omega_0(X_0)$, которое должно обеспечивать максимальное значение критерия эффективности (5). Поэтому, учитывая планы по внедрению стимулирования мотивации в компании (формула (4)) при $u = X$, $z = Y$ и выражения (3), (5), (6), можно получить последовательность планов этой мотивации $\{X_k'\}_{k=1}^N$, записанную следующим образом:

$$\begin{aligned} F(X_k') &= [1 - \beta(1 - \alpha)] / \alpha(\gamma + \beta), \\ (\gamma + \beta) F(X) - [(1 - \beta)/\alpha] F[(X' - X)/\alpha] &= \beta, \\ F(X') &= \alpha\beta / [\alpha(\gamma - \beta) - 1 + \beta], \end{aligned}$$

где X – величина плана стимулирования мотивации на k -м периоде согласования; X' – величина плана стимулирования мотивации на $(k + 1)$ -м периоде согласования; $X' = X'' = (1 + \alpha)X$.

Если $X'' \geq X'$, то $X'' \geq X'$, и решающие правила для согласования стимулирования мотивации безопасного труда в промышленной компании, дающие приближенное решение проблемы такой мотивации, будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \sigma'_0 &= (X'_1 - X_0) / \alpha, & \text{если } X'_1 \geq X_0, \\ \sigma_0 &= X_0, & \text{если } X'_1 < X_0. \end{aligned}$$

Данная стратегия высшего руководства промышленной компании в процессе выбора решающего правила не случайна, поскольку ему не известны функции распределения $F_i(y_i)$ и степень дальновидности N_i субъектов из $(s_i, i \in I$, где $I = \{1, 2, \dots, m\}$). Руководство знает лишь свертку $F(y)$ по $i \in I$ этих функций, так как Y_k является суммой y_{ik} по $i \in I$. Очевидно, что даже при совпадении степеней дальновидности субъектов из $(s_i, i \in I$, где $I = \{1, 2, \dots, m\}$) и высшего руководства промышленной компании решающее правило $\sigma_0(X_0)$ способно приближенно обеспечить максимальное значение критерия (5) лишь при согласованности целей договаривающихся сторон. В соответствии с законами стимулирования мотивации эффективного и безопасного труда (1) и (2) штраф за невыполнение планового задания может рассчитываться по-разному и при установленном высшим руководством законе формирования ресурса на проведение мотивации $w_{ik} = f(x_i, y_i, w_{ik-1})$ сумма реализаций y_{ik} по $i \in I$ в k -м периоде согласования может существенно отличаться от величины Y_k , поэтому решающее правило $\sigma_{i0}(x_{i0})$ будет устанавливаться субъектами из $(s_i, i \in I$, где $I = \{1, 2, \dots, m\}$) исходя только из их собственных интересов. Следовательно, задачей высшего руководства промышленной компании является такое согласование своих интересов с интересами судового экипажа, при котором последовательность $\{\omega_{ik}\}_{k=0}^N$ согласовалась бы с последовательностью $\{\omega_k\}_{k=0}^N$.

Если высшее руководство промышленной компании не ограничено в выборе закона формирования оценки w_i , то наиболее простым решением задачи по обеспечению мотивации труда может быть оценка $w_i = w_{ik}(\gamma - \alpha)x'_{ik}$.

3. Заключение

Выбор высшим руководством компании субъективной оценки величины численного смещения в сторону одной из двух компонент соотношения "труд – вознаграждение" означает, что оно снимает неопределенность в индивидуальных настроениях субъектов судового экипажа соответствующего класса для интервала $[0, w_{ik}]$ и устанавливает нижнюю границу случайной величины стимулирования мотивации. В этих условиях решающее правило согласования стимулирования мотивации труда в промышленной компании, минимизирующее критерий эффективности мотивации субъектов судового экипажа (необходимо принять во внимание их информированность о законе, формирующем планы по внедрению стимулирования мотивации, и о значении субъективной оценки величины численного смещения в сторону одной из двух компонент соотношения "труд – вознаграждение"), определяется представителями судового экипажа исходя из того, каким образом выбраны соответствующие коэффициенты в предложенных законах стимулирования мотивации труда на промысловых судах.

Таким образом, постановка и решение задачи мотивации труда с учетом индивидуальных представлений субъектов из состава судового экипажа промыслового судна и величины ресурса на реализацию планового задания, установленной высшим руководством компании, позволяют согласовать мотивационные интересы и обеспечить надежность выполнения производственного плана каждым рыбаком и промысловым судном в целом.

Литература

- Бурков В.Н.** Основы математической теории активных систем. М., Наука, 255 с., 1977.
- Котляров И.Д.** Применение количественных методов для анализа мотивации к труду. Вестник ОГУ, № 8, с. 122-130, 2007.
- Лайпанова З.М.** Методы и методики анализа математических моделей в сложных системах. Дис. ... канд. физ.-мат. наук. Карачаевск, 128 с., 2011.
- Пунтус С.А.** Математическое моделирование процессов стимулирования труда работников в коммерческих организациях. Дис. ... канд. экон. наук. М., 163 с., 2002.
- Федосеев В.В.** Математическое моделирование в экономике и социологии труда. Методы, модели, задачи. М., ЮНИТИ-ДАНА, 144 с., 2007.

References

- Burkov V.N.** Osnovy matematicheskoy teorii aktivnykh sistem [Fundamentals of mathematical theory of active systems]. M., Nauka, 255 p., 1977.
- Kotlyarov I.D.** Primenenie kolichestvennykh metodov dlya analiza motivatsii k trudu [Application of quantitative methods for analyzing motivation to labour]. Vestnik OGU, N 8, p. 122-130, 2007.

- Laypanova Z.M.** Metodyi i metodiki analiza matematicheskikh modeley v slozhnyih sistemah [Methods and methodics of mathematical models analysis in complicated systems]. Dis. ... kand. fiz.-mat. nauk. Karachaevsk, 128 p., 2011.
- Puntus S.A.** Matematicheskoe modelirovanie protsessov stimulirovaniya truda rabotnikov v kommercheskih organizatsiyah [Mathematical modelling of processes of labour stimulation in commercial organizations]. Dis. ... kand. ekon. nauk. M., 163 p., 2002.
- Fedoseev B.B.** Matematicheskoe modelirovanie v ekonomike i sotsiologii truda. Metodyi, modeli, zadachi [Mathematical modelling in economics and sociology of labour. Methods, models, problems]. M., YuNITI-DANA, 144 p., 2007.

Информация об авторах

Меньшиков Вячеслав Иванович – Морская академия МГТУ, кафедра судовождения, профессор, докт. техн. наук

Men'shikov V.I. – Marine Academy of MSTU, Navigation Department, Dr of Tech. Sci., Professor

Беднарчик Андрей Андреевич – Морская академия МГТУ, кафедра судовождения, аспирант, e-mail: fronix@yandex.ru

Bednarchik A.A. – Marine Academy of MSTU, Navigation Department, Ph.D. Student, e-mail: fronix@yandex.ru

Спицын Вячеслав Сергеевич – Морская академия МГТУ, кафедра судовождения, аспирант

Spitsyn V.S. – Marine Academy of MSTU, Navigation Department, Ph.D. Student