

УДК 519.8

**Математическая модель оптимального числа
однотипного оборудования в условиях
промышленных предприятий**

*Е.К. Ергалиев¹, А.Е. Жакиева², Д.Т.Курушбаева²,
А.С. Маничева²*

¹ *Восточно-Казахстанский государственный университет
имени С. Аманжолова (Усть-Каменогорск, Казахстан);*
² *АлтГУ, г. Барнаул*

Исследованиям по данной теме посвящены работы [1-3], в которых рассмотрены варианты математических моделей оптимизации числа рабочих мест с учетом затрат на оплату и стимулирования труда промышленного персонала. Анализ проблемы показывает, что она может рассматриваться в классе активных систем массового обслуживания (СМО), который может исследоваться методами работы [4].

В данной работе ставится задача исследование математической модели оптимизации числа однотипного оборудования промышленные предприятия с многостаночной организацией производственных процессов. Предметом исследования являются математическая модель и информационные технологии активных СМО, свойства которых можно изучать методами компьютерного моделирования [5].

Научная новизна выбранной темы исследования включает: анализ математической модели оптимизации числа рабочих мест при сбалансированной системе оплаты труда работникам многостаночного производства и компьютерное моделирование нового класса систем массового обслуживания.

При обосновании количества требуемых рабочих мест и численности производственного персонала значительную роль играет интенсивность и регулярность производственных заданий. Ниже исследуется математическая модель СМО в условиях промышленных предприятий на длительных интервалах времени, в течение которых интенсивность входного потока работ может считаться постоянной.

Рассмотрим один из классов СМО, когда для выполнения большого объема работ привлекаются активные работники, для которых интенсивность выполнения заявок существенно зависит от оплаты труда. В данной работе используется математическая модель активности работников, описанная в работе [1, с. 71]. Пусть x – мотиви-

рованное решение работника по уровню активности, а \bar{x} – предельный уровень объема работ, который работник потенциально способен выполнить за рабочий час. Зависимость $x = \tilde{x}(p)$ оптимальной активности работника выделенной профессии и специализации от ставки оплаты труда p записывается в виде следующего выражения:

$$x = \tilde{x}(p) = \begin{cases} \bar{x} - \frac{\delta}{p}, & \text{если } p > p_{\min} = \frac{\delta}{\bar{x}}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (1)$$

В формуле (1) \bar{x} – параметры функции активного поведения работника, которые идентифицируются при условии: $\bar{x} > 0$; $\delta > 0$.

В представленной зависимости фактической трудовой активности работника оценки параметров получены в работе [1] по информации локального рынка труда в следующем виде:

$$\bar{x} = \frac{x_H}{\alpha}; \quad \delta = \frac{x_H \cdot (1 - \alpha) \cdot p_H}{\alpha \cdot v}. \quad (2)$$

В выражении (2) x_H – объем работы, который работник выполняет в течение рабочего дня при среднерыночной часовой оплате труда, равной p_H ; α – показатель интенсивности труда рассматриваемых работников в условиях локального рынка; v – индекс валентности работника, который отражает его отношение к денежному вознаграждению в сравнении со среднерыночным работником ($v \in [0.5; 1.5]$).

Далее рассмотрим использование выражения (1) для решения задачи оптимизации числа рабочих мест в фирме, часовой объем работ H в которой по рассматриваемому сегменту рынка труда является достаточно большим. Пусть h – средние часовые затраты финансовых средств на создание и функционирование одного рабочего места на некоторый плановый период времени; p_H – часовая оплата труда среднерыночного работника. Считаем, что дорогостоящее уникальное оборудование рабочего места позволяет без потери качества обеспечивать выполнение работ при повышенной производительности труда.

В рассматриваемой производственной ситуации имеется возможность сокращения числа рабочих мест за счет стимулирования более высокой производительности труда работников.

Предположим, что в рассматриваемом промышленном предприятии имеется возможность установить ставку оплаты труда в пределах $p \in [p_H; \beta \cdot p_H]$, $\beta > 1$. Пусть m – требуемое число рабочих мест:

$m = H/x$ (условие целого числа рабочих мест не учитываем). Тогда задача выбора оптимальной ставки заработной платы p^* запишется следующим выражением:

$$\min_{p \in [p_H; \beta p_H]} \left(\frac{H \cdot h}{x} + p \cdot H \right). \quad (3)$$

В этом выражении первое слагаемое – удельные финансовые затраты на создание и эксплуатацию всех рабочих мест; второе слагаемое – полные часовые затраты на оплату труда работников на m рабочих мест при ставке p и часовой производительности x .

Многовариантное исследование задачи (3) проведено в среде Excel для $x_H = 1$. Наиболее привлекательный вариант обоснования решения согласно (3) найден при значениях параметров $\alpha = 0.7$; $v = 1.05$; $\beta = 2$; $h = 14.7 p_H$. При этих параметрах эксплуатации уникального оборудования затраты фирмы на выполнение полного объема работ сокращаются более чем на 10%, а производительность труда работников повышается на 22,4% относительно среднерыночного уровня.

Библиографический список

1. Булатова Г.А., Маничева А.С., Оскорбин Н.М. Методы и математические модели управления персоналом: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015. – 108 с.
2. Курушбаева Д.Т., Маничева А.С., Оскорбин Н.М. Оптимизация количества используемых однотипных рабочих мест в условиях промышленных предприятий // Труды семинара по геометрии и математическому моделированию. – 2019. – № 5. – С. 112-114. <http://journal.asu.ru/psgmm/article/view/7247>
3. Ньюстром Дж., Дэвис К. Организационное поведение. Поведение человека на рабочем месте. – СПб.: Питер, 2000. – 443 с.
4. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами. – М.: Либроком, Editorial URSS, 2017. – 264 с.
5. Ослин Б. Г. Моделирование. Имитационное моделирование СМО: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 128 с.