

Целью исследования явилось изучение способности акробатов разной квалификации к точности восприятия временных отрезков разной длительности.

Исследуемым предлагали на секундомере с максимальной точностью без визуального контроля отмерить и воспроизвести одну секунду (ИС) и одну минуту (ИМ).

У лиц не занимающихся спортом, средняя ошибка ИС составляла 311 мс и обнаруживала достоверную разницу с идентичным показателем у акробатов высокой (126 мс, $P < 0,05$) и, особенно средней квалификации (112 мс, $P < 0,01$). У последних результат оказывался точнее в сравнении с идентичным параметром у сверстников с более лучшими спортивными до-

стижениями ($P < 0,01$).

Определение ИМ обнаружило позитивную зависимость точности выполнения задания от уровня подготовки у акробатов. Высокотренированные спортсмены показывали значительно меньшую погрешность в реализации установки (2,9 с) в сравнении с менее подготовленными сверстниками (4,4 с, $P < 001$) и юношами, не занимающимися спортом (5,4 с, $P < 0,001$).

Ошибка на ИМ у акробатов, работающих «внизу», была выше, и по-видимому, обусловлена частым присутствием на тренировках и соревнованиях феномена «натуживания» и, отчасти — феномена Лингарда-Верещагина (В.И. Медведев, 2003).

Физико-математические науки

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Медведев А.В.

*Кемеровский государственный
университет*

Рассмотрим следующую задачу оценки эффективности экономического развития региона. В регионе функционируют и взаимодействуют 5 экономических агентов: производитель (P), потребитель (C), финансовый сектор (F), коммерческий (торговый) сектор (Com), региональный управляющий (налоговый) центр (T). Инвестор имеет начальный капитал (свободные денежные средства). У него существует возможность организовать производство n видов продукции. Для этого он может купить, арендовать, взять в лизинг активные основные производственные фонды (ОПФ) — станки, оборудование, оргтехнику (ОПФ производственных предприятий отдельной отрасли, ОПФ n производственных подразделений или направлений экономической деятельности) (P) и т. п. Необходимо определить требуемое оптимальное количество приобретаемых единиц ОПФ, выручку от реализации продукции каждого вида и суммарный объем инвестиций, при которых дисконтированное сальдо доходов и расходов производственного, потребительского, коммерческого и финансового секторов региона, а также дисконтированный налоговый поток (T) за заданный горизонт планирования T будут максимальными.

Математическая постановка задачи

Введем следующие обозначения:

c_k — стоимость ОПФ k -го типа (руб), $k=1, \dots, n$; m_k — количество приобретаемых ОПФ k -го типа (ед); V_k — проектная производительность ОПФ k -го типа (руб); P_k — сто-

имость единицы продукции k -го типа (руб);

$\delta_k = \frac{p_k V_k}{c_k}$ — фондоотдача ОПФ (руб); u_k —

объем выпуска по k -ому виду продукции (ед); q_k — прогнозный спрос на продукцию k -го типа (руб); R — выручка от реализации всей производимой продукции (руб); Z_T — общие затраты производителя (руб); A_m — амортизационные отчисления (руб); W_b — балансовая прибыль производителя (руб); W — чистая прибыль производителя (руб); C_T — кредиты финансового сектора производителю (руб); D_{ep} — депозиты производителя в финансовом секторе (руб); I — внешние инвестиции (руб); I — внутренние инвестиции (руб); Dot_1 — дотации производителям (руб); Dot_2 — дотации потребителям (руб); Dot_3 — дотации финансовому сектору (руб); I_0 — максимальная сумма внешних инвестиций (руб); K_0 — максимальная сумма внутренних инвестиций (руб); F_0 — начальные средства финансового сектора (руб); M_0 — максимальная сумма кредитов (руб); D_0 — максимальная сумма депозитов (руб); L_0 — максимальная сумма дотаций за весь период действия ИП (руб); $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ — соответственно налоги на добавленную стоимость (НДС), на имущество (НИ), на прибыль (НП), единый социальный налог (ЕСН) (%); ε — средняя ставка кре-

дитов (%); η — средняя ставка депозитов (%); ε_1 — процент возврата дотаций потребителем (%); ε_2 — процент возврата дотаций производителем (%); β — часть прибыли, поступающая в фонд оплаты труда; δ — торговая надбавка коммерческого сектора (%); p — процент от общих

загрat производителя, составляющих оборотные загрatы (%); r — ставка дисконтирования (средняя доходность проекта) (%).

Балансовые уравнения собственных средств ЭА рассмотрим в виде:

$$(P): DP = W + Am + I + \bar{I} + (1 - \varepsilon_1)Dot_1 - \sum_{k=1}^n c_k m_k - \varepsilon \cdot Cr + \eta \cdot Dep, \quad (1)$$

$$(C): DC = C_0 + \beta R(t) + (1 - \varepsilon_2)Dot_2 - \sum_{k \in CB^1} q_k, \quad (2)$$

$$(F): DF = F_0 + (1 - \varepsilon_3)Dot_3 + \varepsilon \cdot Cr - \eta \cdot Dep, \quad (3)$$

$$(Com): DCom = \delta R(t) - Z_{com}, \quad (4)$$

$$(T): DT = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 - (1 - \varepsilon_1)Dot_1 - (1 - \varepsilon_2)Dot_2 - (1 - \varepsilon_3)Dot_3. \quad (5)$$

Ограничения деятельности экономических агентов региона

Примем, что $DP \geq 0$, $DC \geq 0$, $DCom \geq 0$, $DF \geq 0$, то есть будем предполагать, что произ-

водитель, потребитель, коммерческий и финансовый сектора являются платежеспособными. Кроме того, выполняются следующие ограничения:

$$(P): I \leq I_0, \bar{I} \leq K_0; (T): , Dot_1 + Dot_2 + Dot_3 \leq L_0 \quad (7)$$

$$(F): Cr \leq \kappa \cdot DP, (C): Dep \leq \lambda \cdot D! . \quad (8)$$

Условия (7) ограничивают максимальные суммы внутренних и внешних инвестиций, а также максимальные суммы дотаций агента (Т) агентам (Р), (С) и (F). Условия (8) ограничивают сумму кредита производителю и депозитов потребителя заданными частями κ и λ их собственных средств. По смыслу рассматриваемой задачи имеем следующие ограничения: $0 \leq y_k \leq V_k$, $0 \leq P_k m_k y_k \leq q_k$ ($k = 1, \dots, n$), означающие соответственно, что выпуск продукции k -го типа не превосходит производительности ОПФ, а объем продаж не превышает спроса.

Критерии эффективности функционирования ЭА рассмотрим в следующем виде:

$$(P): J_p = \frac{W + Am}{1 + r} - \bar{I} - I, \quad (9)$$

$$(C): J_{cons} = \frac{\beta R}{1 + r}, \quad (10)$$

$$(F): J_F = \frac{\varepsilon \cdot Cr - \eta \cdot Dep}{1 + r}, \quad (11)$$

$$(Com): J_{com} = \frac{\delta R - Z_{com}}{1 + r}, \quad (12)$$

$$(T): J_n = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}{1 + r}. \quad (13)$$

Для математической формализации введем обозначения: $x_k = c_k m_k$ ($k = 1, \dots, n$) — общая стоимость приобретаемых ОПФ k -го типа; $x_{n+k} = P_k m_k y_k$ ($k = 1, \dots, n$) — выручка от реализации продукции k -го типа; $x_{2n+1} = Z_{com}$ — общие загрatы торговли на аренду (строительство) магазина и перевозки продукции; $x_{2n+2} = Dot_1$ — дотации производителем; $x_{2n+3} = Dot_2$ — дотации потребителям; $x_{2n+4} = Dot_3$ — дотации финансовому сектору; $x_{2n+5} = r$ — кредиты; $x_{2n+6} = Dep$ — депозиты; $x_{2n+7} = I$ — внешние (возвратные) инвестиции (инвесто-

ра); $x_{2n+8} = \bar{I}$ — внутренние инвестиции производителя; $Am = T \sum_{k=1}^n \frac{c_k m_k}{T_k} = \sum_{k=1}^n \frac{T}{T_k} x_k$ — сумма амортизационных отчислений по всем видам ОПФ; $R = \sum_{k=1}^n P_k m_k y_k = \sum_{k=1}^n x_{n+k}$ — выручка

от реализации по всем видам продукции; $N_2 = \alpha_2 S^0$ — налог на имущество; $S^0 = \sum_{k=1}^n \left(1 - \frac{T}{T_k}\right) c_k m_k = \sum_{k=1}^n \left(1 - \frac{T}{T_k}\right) x_k$ — остаточная стоимость ОПФ; T — срок действия ИП.

Тогда математическая модель решаемой задачи примет вид:

$$J_p = \frac{\sum_{k=1}^n (-\sigma_k + 1)x_k - \sigma \sum_{k=1}^n x_{n+k}}{1+r} - x_{2n+8} \rightarrow \max, \quad J_{consumer} = \frac{\beta \sum_{k=1}^n x_{n+k}}{1+r} + \eta x_{2n+3} \rightarrow \max,$$

$$J_F = \varepsilon x_{2n+5} - \eta x_{2n+6} \rightarrow \max, \quad J_{Com} = \frac{\delta}{1+r} \sum_{k=1}^n x_{n+k} - \frac{1}{1+r} x_{2n+1} \rightarrow \max,$$

$$J_n = \frac{-\sum_{k=1}^n \tau_k x_k - \tau \sum_{k=1}^n x_{n+k}}{1+r} \rightarrow \max$$

$$\sum_{k=1}^n \sigma_k x_k + \sigma \sum_{k=1}^n x_{n+k} + (\varepsilon_1 - 1)x_{2n+1} + \varepsilon x_{2n+5} - x_{2n+7} - x_{2n+8} \leq 0, \quad -\beta \sum_{k=1}^n x_{n+k} + (\varepsilon_2 - 1)x_{2n+3} - \eta x_{2n+6} \leq 0 - \sum_{k=1}^n q_k,$$

$$(\varepsilon_3 - 1)x_{2n+4} - \varepsilon x_{2n+5} + \eta x_{2n+6} \leq F_0, \quad -\delta \sum_{k=1}^n x_{n+k} + x_{2n+1} \leq 0,$$

$$\sum_{k=1}^n \tau_k x_k + \tau \sum_{k=1}^n x_{n+k} + (1 - \varepsilon_1)x_{2n+2} + (1 - \varepsilon_2)x_{2n+3} + (1 - \varepsilon_3)x_{2n+4} \leq 0, \quad x_{n+k} \leq q_k, \quad -\delta_k x_k + x_{n+k} \leq 0 \quad (k = 1, \dots, n),$$

$$x_{2n+7} \leq I_0, \quad x_{2n+8} \leq K_0, \quad x_{2n+2} + x_{2n+3} + x_{2n+4} \leq L_0,$$

$$-\sum_{k=1}^n \kappa \sigma_k x_k + \kappa \sigma \sum_{k=1}^n x_{n+k} + \kappa (\varepsilon_1 - 1)x_{2n+2} + (\kappa \varepsilon + 1)x_{2n+5} - \kappa x_{2n+7} - \kappa x_{2n+8} \leq 0, \quad -\sum_{k=1}^n \lambda \beta x_{n+k} + x_{2n+6} \leq 0,$$

$$x_k \geq 0 \quad (k = 1, \dots, 2n+8),$$

$$\text{где } \sigma_k = -\frac{T}{T_k} + 1 + \frac{1 - \alpha_3}{1 - p} \left(\frac{T}{T_k} - \alpha_1 + \alpha_2 - \alpha_2 \frac{T}{T_k} \right), \quad \sigma = (\alpha_3 - 1) \left(1 - \frac{\beta + \alpha_1 + \alpha_4 \beta}{1 - p} \right),$$

$$\tau_k = \alpha_1 - \alpha_2 + \alpha_2 \frac{T}{T_k} + \frac{\alpha_3}{1 - p} \left(\frac{T}{T_k} - \alpha_1 + \alpha_2 - \alpha_2 \frac{T}{T_k} \right), \quad \tau = -\alpha_1 - \alpha_3 + \alpha_3 \frac{\beta + \alpha_1 + \alpha_4 \beta}{T_k} - \alpha_4 \beta.$$

Предложенная модель является статической версией моделей региона, рассмотренных в работе [1], обобщающей их на случай пяти региональных экономических агентов. Для анализа модели разработан программный комплекс [2]. Проведенные предварительные расчеты позволили сделать вывод о существовании решения поставленной задачи в широком диапазоне параметров.

Список литературы

1. Медведев, А.В. Применение z-преобразования к исследованию многокритериальных

линейных моделей регионального экономического развития. Монография [Текст] / А.В. Медведев. — Красноярск: Изд-во СибГАУ имени академика М.Ф. Решетнева. — 2008. — 228 с.

2. Конструктор и решатель дискретных задач оптимального управления («Карма»): Программа для ЭВМ / Правообладатели: А.В. Медведев, П.Н. Победас, А. В. Смольянинов, М.А. Горбунов. Зарегистрировано в Роспатенте 11.09.2008, № 2008614387.