

УДК 519.86

---

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

---

**Баева Нина Борисовна**, канд. экон. наук, проф.  
**Сычева Анастасия Юрьевна**

Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж,  
Россия, 394018; e-mail: syicheva.ayu@gmail.com

*Цель:* на основе типовых моделей распределения финансовых ресурсов между подразделениями региональной экономической системы предлагается новая модификация, расчеты на основе которой позволяют согласовать экономические и социальные показатели регионального развития и обосновать целесообразность их использования. *Обсуждение:* разработанный на основе известных моделей рационального использования ресурсов процесс распределения финансов, являющийся инструментом способным на важных этапах развития экономики региона сгладить негативные симптомы и послужить основой для создания его экономического и социального потенциала. При этом средства, выделяемые на формирование отраслевых ресурсов, требуют разработку специальных вычислительных методов реализации оптимизационных задач и методов восстановления производственных функций. *Результаты:* предложена модель эффективного использования финансовых ресурсов региональной экономической системы и рассмотрены пути ее реализации.

**Ключевые слова:** финансовые ресурсы, моделирование, основные фонды, трудовые ресурсы, конечные разности, оптимальное управление, накопление, потребление, трудовые затраты.

**DOI:** 10.17308/meps.2019.7/2153

### **Введение**

В современных рыночных условиях актуальной является задача эффективного использования различных ресурсов в рамках развития региональных экономических систем, которые, с одной стороны, характеризуют естественный и созданный экономический потенциал территории, с другой – эффективность управления.

Исключительно большое значение имеет решение приоритетной за-

дачи развития региональной экономической системы и ее экономического роста, которое направлено на разработку моделей и алгоритмов процедур оптимального использования ресурсов региональных экономических систем. Оптимизация темпов экономического роста региональной экономической системы неразрывно связана с достижением сбалансированности.

Региональная экономика представляет собой систему хозяйственных комплексов отдельного региона страны, взаимодействующих внутри данной территории. Под региональной экономической системой (РЭС) будем понимать экономику обусловленной территории с достаточно однородными природными условиями и характерной направленностью развития производительных сил на основе сочетания комплекса природных ресурсов и материально-технической базы, производственной и социальной инфраструктуры.

Дадим формальное описание РЭС. Элемент системы – это условно неделимая часть системы, определяемая на основе заранее введенных общих принципов, для которых будут известны основные характеристики. Элементами РЭС являются крупные хозяйствующие объекты, отрасли, агрегированные отрасли, наименования экономической деятельности.

Основным инструментом анализа движения всех создаваемых и расходуемых в регионе ресурсов служит сводный финансовый баланс. Основной задачей территориального сводного финансового баланса является определение объемов финансовых ресурсов, созданных, поступивших и использованных в регионе.

Впервые идея разработки модели эффективного распределения финансов в регионе была рассмотрена в работе Лисичкина, Голынкера [7]; Лурье [8] и других [1, 3, 4, 5, 6, 12]. Однако ряд этапов построения алгоритмов реализации этих моделей потребовал корректировки и изменений.

В настоящее время резко выросла стоимость финансовых средств, подвержена изменениям во времени производственная структура региональной экономической системы, происходит моральный и физический износ оборудования. Это требует модернизации моделей рационального распределения финансов. Этому и посвящена настоящая статья.

### **Модель оптимального использования финансовых ресурсов РЭС**

Рассматривается РЭС, которая состоит из  $n$  элементов, для которых получены производственные функции – зависимости выхода продукции  $X_i(t)$  элемента от вложенных ресурсов  $B=(B^1, B^2, \dots, B^m)$ ,  $i=1,2,\dots,n$ . Где  $B_i(t)=(B_i^1(t), B_i^2(t), \dots, B_i^m(t))$  – вектор ресурсов для производства продукции  $i$ -м элементом системы, функционирующего на территории региона,  $t=t_0, t_0+1, \dots, T$ . Предположим, что в каждый момент времени  $t$  имеем дополнительный финансовый ресурс  $\Delta\Phi(t)$ , и он полностью распределен между элементами системы, также величина дополнительного ресурса каждого вида считается заданной  $\frac{\Delta B^i(t)}{\Delta B^i(t)}$ . Изменение величины ресурсов  $i$ -го хозяйствующего субъекта определяется следующим образом:

$$B_i^1(t) = B_i^1(t-1) + \alpha_i^1(t) \overline{\Delta B^1(t)},$$

$$B_i^1(t_0) = B_i^{10},$$

$$i = 1, 2, \dots, n, t_0, t_0 + 1, \dots, T, l = 1, 2, \dots, L, \quad (1)$$

$\alpha_i^1(t)$  – является долей дополнительного ресурса l-го вида, который направлен на развитие i-го элемента системы;  $B_i^{10}$  – это запас ресурсов l-го вида у i-го элемента на начало планируемого периода. Величина  $\alpha_i^1(t)$  должна удовлетворять следующим свойствам:

$$0 \leq \alpha_i^1(t) \leq 1, \sum_{i=1}^n \alpha_i^1(t) = 1, i = 1, 2, \dots, n, t_0, t_0 + 1, \dots, T, l = 1, 2, \dots, L. \quad (2)$$

Возьмем величину совокупного объема выпуска РЭС в качестве функции цели:

$$F = \sum_{i=t_0}^T \sum_{i=1}^T X_i(t). \quad (3)$$

Теперь подставим в (3) задачу распределения дополнительного ресурса и получим:

$$\begin{aligned} F &= \sum_{i=t_0}^T \sum_{i=1}^T X_i(t) \rightarrow \max; \\ X_j(t) &= f_j(B_i(t)); \\ B_i^1(t) &= B_i^1(t-1) + \alpha_i^1(t) \overline{\Delta B^1(t)}; \\ 0 &\leq \alpha_i^1(t) \leq 1, \sum_{i=1}^n \alpha_i^1(t) \leq 1; \\ X_i(t_0) &= X_i^0; B_i^1(t_0) = B_i^{10}; \\ i &= 1, 2, \dots, n, t_0, t_0 + 1, \dots, T, l = 1, 2, \dots, L. \end{aligned} \quad (4)$$

Данная задача (4) представляет собой задачу динамического программирования в конечных разностях. Чтобы её решить, необходимо ввести дополнительное равенство, которое выглядит следующим образом:

$$w(t) = w(t-1) + \sum_{i=1}^n f_i(B_i(t)),$$

$w(t)$  – суммарный валовой выпуск системы, который выпустили за t периодов.

Получаем:

$$\max F = \max w(T).$$

Можно сделать вывод, что для решения исходной задачи можно использовать принцип дискретного максимума Понтрягина [10]. Зависимости выпуска элементов региональной экономической системы от факторов производства создают основу для оценки экономического потенциала в производственном смысле.

Далее рассмотрим модель для системы, в которой используются два вида ресурсов: трудовые ресурсы и стоимость основных фондов:

$$X_j(t) = f_j(K_j(t), L_j(t)), \forall j = \overline{1, n}, t = \overline{t_0, T} \quad (5)$$

$$K_j(t) = K_j(t-1) + \beta_j(t) \Delta K(t), \forall j = \overline{1, n}, t = \overline{t_0, T}, \quad (6)$$

$$L_j(t) = L_j(t-1) + \mu_j(t) \Delta L(t), \forall j = \overline{1, n}, t = \overline{t_0, T} \quad (7)$$

$$\Delta K + \Delta L \leq P$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j(t) = 1, \beta_j(t) \geq 0, \forall t = \overline{t_0, T} \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j(t) = 1, \mu_j(t) \geq 0, \forall t = \overline{t_0, T} \quad (9)$$

Известными считаются значения основных фондов и трудовых ресурсов в период времени  $t_0$ :

$$K_t(t_0) = K_0^j; L(t_0) = L_0^j; \forall j = \overline{1, n}, \Delta K \geq 0, \Delta L \geq 0. \quad (10)$$

Максимизируем суммарный по всем отраслям выпуск продукции за период  $[t_0, T]$  и получаем следующую функцию цели:

$$\sum_{t=t_0}^{T_0} \sum_{j=1}^n \gamma_j X_j(t) \rightarrow \max \quad (11)$$

где  $K_j(t)$  – это стоимость основных фондов элемента системы  $j$  в году  $t$ ;  $L_j(t)$  – затраты трудовых ресурсов элемента системы  $j$  в году  $t$ ;  $\Delta K(t)$  – переменная, характеризующая финансовые средства, выделяемые на рост капитала;  $\Delta L(t)$  – финансовые средства выделяемые на оплату трудовых ресурсов;  $P$  – дополнительный финансовый ресурс, вкладываемый для роста капитала и трудовых ресурсов;  $\gamma_j$  – коэффициент приоритетности  $j$ -го элемента системы; весовые коэффициенты  $\beta_j(t)$  и  $\mu_j(t)$  – доли от объема финансовых средств, которые идут на расширение соответственно основных фондов и фондов оплаты труда, значение которых предполагается установить в результате решения задачи [2]. Основным недостатком модели является отсутствие такого важного показателя как потребление.

### **Модель оптимального распределения ресурсов между накоплением, потреблением и трудовыми затратами РЭС**

Рассматривается модель оптимального использования финансовых ресурсов некоторого объекта. В основу формирования модели положен учет объективных закономерностей, определяющих соотношение между объемом накопления и объемом потребления, учитывающий объем продукции, которая может быть получена на основе выделенных объемов накопления и рационализирующих процесс развития системы на основе использования производственных функций, закладываемых в основу определения объема выпускаемой продукции.

Среди моделей, используемых для определения наилучших соотношений между объемом накопления и объемом потребления в регионе, ис-

пользуются модели межотраслевого баланса. Мы считаем, что достаточно глубоко и надежно это соотношение может быть найдено на основе использования модели Лурье.

Модель Лурье характеризует распределение финансовых средств между накоплением и потреблением. Процесс рассматривается в динамике, причем в качестве функции цели выбирается максимальный объем продукции, выпускаемый на основе придельных накоплений. Предлагаемая модель является модификацией модели Лурье и имеет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T K_{ti} \rightarrow \max, \quad (12)$$

$$K_{t-1i} = C_{ti} + Q_{ti}, \forall t, i, \quad (13)$$

$$Y_{ti} = P_{ti}(C_{ti}; L_{ti}), \forall t, i. \quad (14)$$

Мы производим новый продукт, где  $Y$  – объем произведенного продукта в году  $t$

$$K_{ti} = C_{ti} + P_{ti}, \forall t, i, \quad (15)$$

$$L_{ti} \leq L_0 * I_i^{tt}, \forall t, i, \quad (16)$$

$$Q_{ti} \leq Q_{ti}, \forall t. \quad (17)$$

где  $K_{ti}$  – это объем материального производства в году  $t$ ;  $C_{ti}$  – количество средств производства, применяемых в году  $t$ ;  $Q_{ti}$  – объем потребления за каждый год;  $P_{ti}(C_{ti}; L_{ti})$  – продукция, которая производится в течение года  $t$ .

Особенность применения нами этой модели в том, что расчеты осуществляются в два этапа. На первом этапе восстанавливаются виды функций, стоящих в правой части ограничения (14). Как показал опыт для региональных расчетов, удобно использовать производственные функции, рассчитанные для каждого из видов экономической деятельности.

На втором этапе предлагается восстановить модификацию модели (12 – 17) с использованием найденных на первом этапе производственных функций и осуществить экспериментальные расчеты. При этом расчет осуществляется на основе использования симплекс-метода, если функция является линейной, в любом другом случае рекомендуется использовать метод Соболя [11].

### **Моделирование рационального распределения финансов на основе эффективного использования ЭП**

Вопросы реализации ЭП тесно связаны с процессом его оценки. В основу расчета показателя ЭП положены оценки трудового потенциала и потенциала имеющихся фондов, т.е. незанятое население разбито по группам по возможности вовлечения в производственный процесс по элементам РЭС, выявлена степень недозагрузки основных фондов. Реализация ЭП заключается в выборе целесообразных вариантов достижения элементами РЭС своего потенциала.

С этой целью необходимо:

- 1) определить объем финансовых средств и структуру финансирования для достижения ЭП;
- 2) оценить необходимость использования имеющегося экономического потенциала в полной мере по элементам РЭС;
- 3) выявить приоритетные направления реализации ЭП.

В основу оценки возможностей использования имеющихся ресурсов (основных фондов, трудовых ресурсов), анализа способов реализации ЭП РЭС предлагается положить экономико-математическую модель. При этом для соответствия целям исследования модель должна отвечать следующим требованиям:

- 1) содержать процесс пересчета ЭП РЭС на основе имеющихся ресурсов и заданной технологии производства;
- 2) реализовывать эффективное распределение между элементами РЭС финансовых средств;
- 3) учитывать механизмы формирования собственных, заемных и выделяемых администрацией региона финансовых средств;
- 4) регулировать использование дефицитных региональных ресурсов общего пользования;
- 5) отражать связи материального взаимодействия между элементами РЭС;
- 6) учитывать изменения стоимости продукции элементов РЭС;
- 7) содержать критерии, отражающие иерархию целей системы при реализации ЭП РЭС.

На основе данных принципов была разработана многокритериальная оптимизационная базовая модель, к описанию которой мы и переходим. Как говорилось ранее, оценку ЭП предлагается осуществлять с использованием ценностно-производственно-калитативных функций. Аналитический вид последних отличается по элементам РЭС:

$$\pi_i(t) \leq f_i(K_i(t), Q_{K_i}, L_i(t), Q_{L_i}) \quad \forall i, t. \quad (18)$$

Реализация ЭП связана с наличием ресурсов, имеющихся в предыдущий момент времени и дополнительными средствами-инвестициями, распределяемыми в момент времени  $t$  на расширение ресурсной базы: рост занятых по элементам РЭС, капитал на реконструкцию с коротким лагом, возмещение выбытия и расширения основных фондов:

$$K_i(t)(1 - \theta_i) = K_i(t - 1) + k_i \Phi_i(t) + \beta_i \Phi_{ЦУ}(t) \quad (19)$$

или

$$K_i(t) = \frac{1}{(1 - \theta_i)} (K_i(t - 1) + k_i^K \Phi_i(t) + \beta_i \Phi_{ЦУ}(t)), \quad (20)$$

$$L_i(t) = (1 - \sigma_i)(L_i(t - 1) + k_i^L \Phi_i(t) + \delta_i \Phi_{ЦУ}(t)), \quad \forall i, t \quad (21)$$

здесь  $\theta_i < 1$  – доля средств основного капитала, идущая на его поддержание (обслуживание капитала),  $\sigma_i < 1$  – доля выбытия трудовых ресурсов по

сравнению с предыдущим периодом. Кроме того, при расчете фонда оплаты труда необходимо учитывать число работоспособного населения региона  $l(t)$ , если считать, что средняя заработная плата в  $i$ -м элементе величина  $w_i(t)$

$$\sum_{i=1}^n \frac{L_i(t)}{w_i(t)} \leq l(t). \quad (22)$$

Инвестиции делятся на собственные  $\Phi_i(t)$  и выделяемые центром управления  $\Phi_{ЦУ}(t)$ . Формирование собственного дополнительного капитала связано с выделением средств в предыдущий период  $\Phi_i(t-1)$  и отчислениям ( $\varepsilon_i$ ) от прибыли, полученной в предыдущий момент времени.  $k_i^K, k_i^L$  – доли собственных инвестиций в основные фонды и труд соответственно.

$$\Phi_i(t) = \varepsilon_i \Phi_i(t-1) + \varepsilon_i Pr_i(t-1), \forall i, t, \quad (23)$$

$$0 \leq k_i^K \leq 1, 0 \leq k_i^L \leq 1, 0 \leq k_i^Q \leq 1, k_i^K + k_i^L + k_i^Q = 1. \quad (24)$$

Денежные средства, выделяемые центром, складываются из налоговых отчислений и заемного капитала и распределяются между элементами с долями  $\beta_i, \delta_i$ .

$$\Phi_{ЦУ}(t) = \emptyset N(t) + M(t)(1 - \mu), 0 < \mu > 1 \quad (25)$$

$$N(t) = \sum_{i=1}^n (\vartheta_{1i} Pr_i(t) + \vartheta_{2i} K_i(t) + N_{3i}(t)), \quad (26)$$

здесь  $\emptyset$  – доля налоговых сборов, выделяемая центром управления на дополнительное финансирование элементов РЭС;  $N(t)$  – общая сумма налоговых сборов от элементов;  $M(t)$  – кредитная сумма;  $\mu$  – величина платы за кредит;  $\vartheta_{1i} Pr_i(t)$  – налог на прибыль;  $\vartheta_{2i} K_i(t)$  – налог на имущество;  $N_{3i}(t)$  – другие налоговые выплаты, идущие в региональный бюджет (земельный налог, транспортный налог, единый налог на вмененный доход и т.д.).

Будем считать, что финансовый ресурс, выделяемый центром, должен быть полностью распределен между элементами РЭС. Кроме того, объем выделяемых дополнительных средств зависит от значимости продукции элемента для развития экономики региона в целом и выражается в коэффициентах значимости  $\lambda_i, i = \overline{1, n}$ . С учетом вышесказанного получаем следующие ограничения:

$$0 \leq \underline{\beta}_i(\lambda_i) \leq \beta_i \leq \overline{\beta}_i(\lambda_i), \quad 0 \leq \underline{\delta}_i(\lambda_i) \leq \delta_i \leq \overline{\delta}_i(\lambda_i), \quad (27)$$

$$0 \leq \underline{\beta}_i^Q(\lambda_i) \leq \beta_i^Q \leq \overline{\beta}_i^Q(\lambda_i), \quad 0 \leq \underline{\delta}_i^Q(\lambda_i) \leq \delta_i^Q \leq \overline{\delta}_i^Q(\lambda_i), \quad (28)$$

$$\sum_{i=1}^n (\beta_i + \beta_i^Q) = 1, \quad \sum_{i=1}^n (\delta_i + \delta_i^Q) = 1. \quad (29)$$

В каждый момент времени между элементами РЭС распределяются региональные ресурсы в объеме  $B_{l^v}^v(t), l^v = \overline{1, L^v}, i = \overline{1, n}$ . Использование региональных ресурсов характеризуется нормой затрат  $a_{l^v}^v(t)$  ресурса  $l^v$

на единицу валового выпуска  $i$ -го элемента РЭС. Т.о. распределение региональных ресурсов регулируется ограничением вида:

$$\sum_{i=1}^n a_{i^v_i}(t) \pi_i(t) \leq B_{i^v_i}(t), l^v = 1, 2, \dots, L^v. \quad (30)$$

Производственно-распределительные процессы в РЭС будем учитывать на основе балансовых соотношений. Предположим, что в каждый момент времени известна величина потока, направляемого из  $i$ -го элемента  $x_{ij}(t)$ , на основе которой рассчитывается матрица прямых затрат:

$$A(t) = (a_{ij}(t))_{n \times n}, a_{ij} = h_{ij} \frac{x_i^B}{x_j^B} - \text{коэффициенты прямых затрат.}$$

Кроме нужд материального производства, учитываемых с помощью коэффициентов прямых затрат, структура валового выпуска включает в себя конечный продукт (нужды потребления, сальдо запасов), сальдо экспорта ( $E_i(t)$ ) – импорта ( $I_i(t)$ ), а также содержание, расширения основных фондов, восполнения их выбытия.

$$\pi_i(t) \geq \sum_{i=1}^n a_{ij} \pi_j(t) + \theta_j K_j(t) + \sum_{i=1}^n b_{ij} V_j(t) + Y_i(t) + (E_i(t) - I_i(t)), \forall i, t \quad (31)$$

С другой стороны, валовой выпуск формируется из нужд материального производства, прибыли  $XС - Pr_i(t)$  затраты на амортизацию, оплату труда. Используя введенные выше обозначения, получаем следующее балансовое соотношение:

$$\sum_{i=1}^n [\theta_j K_j(t) + \sum_{i=1}^n b_{ij} V_j(t) + Y_i(t) + (E_i(t) - I_i(t))] \quad (32)$$

$$= \sum_{i=1}^n [d_j K_j(t) + L_j(t) + Pr_j(t)], \forall t;$$

$$\sum_{j=1}^n L_j(t) \leq \sum_{i=1}^n Y_i(t), \quad (33)$$

здесь  $d_j$  – доля выбытия основных производственных фондов в  $j$ -м элементе системы;  $b_{ij}$  – коэффициент технологической структуры капитальных вложений;  $V_j$  – объем капитальных вложений. Величина конечного продукта, идущего на восстановление основных фондов, рассчитываемая по формуле:

$$V_j(t) = \frac{\varphi_j \pi_i(t) - K_j(t)}{\varepsilon_j} + d_j K_j(t), \forall j, t, \quad (34)$$

где  $\varphi_j$  – коэффициент фондоемкости продукции  $j$ -го элемента;  $\varepsilon_j$  – коэффициент перевода в среднегодовые показатели (отношение среднегодового прироста к абсолютному приросту фондов  $j$ -го вида).

Кроме того, известен максимальный суммарный объем конечного продукта  $J$ , необходимый для нормального функционирования системы и минимальная доля выпуска, идущего на непроизводственное потребление  $g_i$ ;



$$g_i \pi_i(t) = Y_i(t), \forall j, t; \quad (35)$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i(t) \leq J; \quad (36)$$

$$\underline{E_i(t)} \leq E_i(t) \leq e_i \pi_i(t), \forall i, t; \quad (37)$$

$$p_i(t) = p_i(t-1) + \sum_{j=1}^n p_i(t-1) \frac{\Delta \alpha_{ij}(t)}{(1 - a_{ij}(t-1) - \Delta \alpha_{ij}(t))} + \frac{\Delta w_i(t-1)}{(1 - a_{ij}(t-1) - \Delta \alpha_{ij}(t)) \pi_i(t_0)}, \forall i, t \quad (38)$$

$$w_i(t) = w_i(t-1) + \Delta w_i(t), \alpha_{ij}(t) = \alpha_{ij}(t-1) + \Delta \alpha_{ij}(t), \forall i, t; \quad (39)$$

$$\underline{\Delta \alpha_{ij}(t)} \leq \Delta \alpha_{ij}(t) \leq \overline{\Delta \alpha_{ij}(t)}, \quad \underline{\Delta w_i(t)} \leq \Delta w_i(t) \leq \overline{\Delta w_i(t)}, \forall i, j, t; \quad (40)$$

Начальные условия задачи имеют вид:

$$\underline{I_i(t)} \leq I_i(t) \leq \overline{I_i(t)}, \quad \underline{Pr_i(t)} \leq Pr_i(t) \leq \overline{Pr_i(t)}, \forall i, t; \quad (41)$$

$$\underline{K_i(0)} = K_i^0, \underline{L_i(0)} = L_i^0, \underline{\Phi_i(0)} = \Phi_i^0, \underline{N_i(0)} = N_i^0, \forall i, t. \quad (42)$$

Целевой блок модели будет меняться в зависимости от выбранного сценария реализации ЭП. Предлагается рассмотреть следующие функции цели модели (18 – 42):

– реализация ЭП при минимальной затрате финансовых средств:

$$\sum_{t=t_0}^T \sum_{i=1}^n (\pi_i(t) - \hat{\pi}_i(t)) \rightarrow \min, \quad (43)$$

$$\sum_{t=t_0}^T \sum_{i=1}^n (\Phi_i(t) - \Phi_{цв}(t)) \rightarrow \min, \quad (44)$$

здесь  $\hat{\pi}_i(t)$  – оценка экономического потенциала элемента РЭС;

– реализация ЭП с приоритетами по элементам РЭС

$$\sum_{t=t_0}^T \sum_{i=1}^n \lambda_i \pi_i(t) \rightarrow \max, \quad (45)$$

– частичная реализация ЭП

$$\sum_{t=t_0}^T \sum_{i=1}^n (\pi_i(t) - \sigma_i \hat{\pi}_i(t)) \rightarrow \min, \quad (46)$$

здесь  $\sigma_i$  – коэффициент целесообразности достижения ЭП по элементам системы.

**Экспериментальные расчеты процесса распределения финансов между отраслями РЭС**

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T K_{ti} \rightarrow \max, \quad T = 2, \quad i = 1, \dots, 5$$

Расчеты за первый год:

$$\begin{aligned} 88,582 &= C_{11} + Q_{11} \\ 200,235 &= C_{21} + Q_{21} \\ 42,3 &= C_{31} + Q_{31} \\ 61,567 &= C_{41} + Q_{41} \\ 26,9 &= C_{51} + Q_{51} \\ Y_{11} &= 0,9421C_{11} + 0,01396 \\ Y_{21} &= 0,5784C_{21} + 0,01771 \\ Y_{31} &= 0,9978C_{31} + 0,0000251 \\ Y_{41} &= 0,971C_{41} + 0,00001029 \\ Y_{51} &= 0,8463C_{51} + 0,003914 \\ K_{11} &= C_{11} + 0,9421C_{11} + 0,01396 \\ K_{21} &= C_{21} + 0,5784C_{21} + 0,01771 \\ K_{31} &= C_{31} + 0,9978C_{31} + 0,0000251 \\ K_{41} &= C_{41} + 0,971C_{41} + 0,00001029 \\ K_{51} &= C_{51} + 0,8463C_{51} + 0,003914 \end{aligned}$$

Таблица 1

Расчета объема материального производства К и расчеты накопления С за первый год

| Отрасль | Промышленность | Сельское хозяйство | Транспорт и связь | Строительство | ЖКХ     |
|---------|----------------|--------------------|-------------------|---------------|---------|
| К       | 154,854422     | 284,469702         | 76,056279         | 109,2137133   | 44,7032 |
| С       | 79,7238        | 180,2115           | 38,07             | 55,4103       | 24,21   |

Таблица 2

Расчеты потребления Q за первый год

| Отрасль | Промышленность | Сельское хозяйство | Транспорт и связь | Строительство | ЖКХ     |
|---------|----------------|--------------------|-------------------|---------------|---------|
| Q       | 75,13062198    | 104,258202         | 37,986279         | 53,8034133    | 20,4932 |

Сумма всех средств на накопление за первый год:

$$C_1 = 377,6256 \text{ млрд руб.}$$

Сумма всех средств на потребление за первый год:

$$Q_1 = 291,6717 \text{ млрд руб.}$$

Расчеты за второй год:

$$\begin{aligned}
K_{11} &= C_{12} + Q_{12} \\
K_{21} &= C_{22} + Q_{22} \\
K_{31} &= C_{32} + Q_{32} \\
K_{41} &= C_{42} + Q_{42} \\
K_{51} &= C_{52} + Q_{52} \\
Y_{12} &= 0,9421C_{12} + 0,02283 \\
Y_{22} &= 0,5784C_{22} + 0,02387 \\
Y_{32} &= 0,9978C_{32} + 0,000033 \\
Y_{42} &= 0,971C_{42} + 0,000012 \\
Y_{52} &= 0,8463C_{52} + 0,00428 \\
K_{12} &= C_{12} + 0,9421C_{12} + 0,02283 \\
K_{22} &= C_{22} + 0,5784C_{22} + 0,02387 \\
K_{32} &= C_{32} + 0,9978C_{32} + 0,000033 \\
K_{42} &= C_{42} + 0,971C_{42} + 0,000012 \\
K_{52} &= C_{52} + 0,8463C_{52} + 0,00428
\end{aligned}$$

Таблица 3

Расчета объема материального производства К и расчеты накопления С за второй год

| Отрасль | Промышленность | Сельское хозяйство | Транспорт и связь | Строительство | ЖКХ      |
|---------|----------------|--------------------|-------------------|---------------|----------|
| К       | 210,5427711    | 314,32875          | 106,3616969       | 150,6821722   | 74,28625 |
| С       | 108,3980954    | 199,12879          | 53,2393953        | 76,44959931   | 40,23288 |

Таблица 4

Расчеты потребления Q за второй год

| Отрасль | Промышленность | Сельское хозяйство | Транспорт и связь | Строительство | ЖКХ      |
|---------|----------------|--------------------|-------------------|---------------|----------|
| Q       | 102,1446757    | 115,19996          | 53,12230163       | 74,23257293   | 34,05337 |

Сумма всех средств на накопление за второй год:

$$C = 477,4487638 \text{ млрд руб.}$$

Сумма всех средств на потребление за второй год:

$$Q = 378,7528816 \text{ млрд руб.}$$

Сумма всех средств на накопление за два год:

$$C = 855,0743638 \text{ млрд руб.}$$

Сумма всех средств на потребление за два год:

$$Q = 670,4246005 \text{ млрд руб.}$$

### Заключение

В данной статье была описана модификация модели Лисичкина и модели Лурье, приведен процесс восстановления производственных функций,

необходимых для получения на основе моделей решения. С помощью производственных функций и модифицированной модели Лурье выполнен анализ региональной экономической системы Воронежской области.

Для реализации модели Лурье разработан ПК, на основе которого использовались данные статистической отчетности Воронежской области за 2007-2015 гг. [9], произведен экономический расчет.

#### **Список источников**

1. Багриновский К.А., Матюшок В.А. *Экономико-математические методы и модели (микроэкономика)*. Москва, РУДН, 1999.
2. Баева Н.Б. *Модели и методы поддержки сбалансированного развития региональных экономических систем*. Воронеж, Изд-во ВГУ, 2016.
3. Егорова Н.Е. *Вопросы согласования плановых решений с использованием имитационных систем*. Москва, Наука, 1987.
4. Егорова Н.Е., Мудунов А.С. *Применение моделей и методов прогнозирования спроса на продукцию сферы услуг*. Москва, ЦЭМИН, 2000.
5. Клейнер Г.Б., Тамбовцев В.Л., Качалов Р.М. *Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегия, безопасность*. Москва, Экономика, 1997.
6. Лебедев В.В. *Математическое моделирование социально-экономических процессов*. Москва, Изограф, 1997.
7. Лисичкин В.А., Голынкер Е.И. *Принятие решений на основе прогнозирования в условиях АСУ*. Москва, Финансы и статистика, 1981.
8. Лурье А.Л. *Методы линейного программирования и их применение в экономике*. Москва, Статистика, 1964.
9. Официальная статистика: Воронежстат: Доступно: <http://voronezhstat.gks.ru/> (дата обращения: 10.05.2019).
10. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. *Математическая теория оптимальных процессов*. Москва, Наука, 1983.
11. Соболев И.М., Статников Р.Б. *Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями*. Москва, Дрофа, 2006.
12. Чеканский А.Н., Фролова Н.Л. *Теория спроса, предложения и рыночных структур*. Москва, ТЕИС, 1999.

---

# EFFECTIVE USE PROCESS MODELLING OF FINANCIAL RESOURCES FOR THE REGIONAL ECONOMIC SYSTEM

---

**Baeva Nina Borisovna**, Cand. Sc. (Econ.), Prof.

**Sycheva Anastasia Yuryevna**

Voronezh State University, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, Russia, 394018; e: mail: sycheva.ayu@gmail.com

*Purpose:* on the basis of standard distribution models for financial resources between divisions of a regional economic system the authors offer new modification. *Discussion:* the developed process of finance distribution is a tool capable of smoothing down negative symptoms and providing a basis for building its economic and social potential. At the same time, funds allocated for the formation of industry resources require the development of special computational methods for implementing optimization problems and methods for restoring production functions. *Results:* the authors suggested the model of effective use for financial resources in the regional economic system and considered the ways of its realization.

**Keywords:** financial resources, modeling, fixed assets, human resources, final differences, optimum control, accumulation, consumption, labor expenses.

## References

1. Bagrinovskiy K.A., Matyushok V.A. *Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli (mikroekonomika)* [Economic-mathematical methods and models (microeconomics)]. Moscow, RUDN, 1999. (In Russ.)
2. Bayeva N.B. *Modeli i metody podderzhki sbalansirovannogo razvitiya regionalnykh ekonomicheskikh sistem* [Models and methods of support for the balanced development in the regional economic systems]. Voronezh, Izd-vo VGU, 2016. (In Russ.)
3. Egorova N.E. *Voprosy soglasovaniya planovykh resheniy s ispolzovaniem imitatsionnykh sistem* [Matters of planning decisions using simulation systems]. Moscow, Nauka, 1987. (In Russ.)
4. Egorova N.E., Mudunov A.S. *Primenenie modeley i metodov prognozirovaniya sprosna na produktsiyu sfery uslug* [The use of models and methods for forecasting demand for products of the service sector]. Moscow, TSEMIN, 2000. (In Russ.)
5. Kleiner G.B., Tambovtsev V.L., Kachalov R.M. *Predpriyatie v nestabilnoy ekohomicheskoy srede: riski, strategiya, bezopasnosty* [Enterprise in an unstable economic environment: risks, strategy, security]. Moscow, «Ekonomika», 1997. (In Russ.)
6. Lebedev V.V. *Matematicheskoe modelirovanie sotsialno-ekonomicheskikh protsessov* [Mathematical modeling of social and economic processes]. Moscow, Izograf, 1997. (In Russ.)
7. Lisichkin V.A., Golynger E.I. *Prinyatie pesheniy na osnove prognozirovaniya v usloviyakh ASU* [Decision making based on forecasting in the context of management information system]. Moscow, Finansy i statistika, 1981. (In Russ.)
8. Lurye A.L. *Metody lineynogo programirovaniya i ikh primeneniye v ekonomike* [Methods of linear programming and their application in economy]. Moscow, Statistika, 1964. (In Russ.)

9. Ofitsialnaya statistika: Voronezhstat [Official statistics: Voronezhstat]. Available at: <http://voronezhstat.gks.ru/> (accessed: 10.05.2019). (In Russ.)
10. Pontryagin L.S., Boltyansky V.G., Gamkrelidze R.V., Mishchenko E.F. *Matematicheskaya teoriya optimalykh protsessov* [Mathematical theory of optimal processes]. Moscow, Nauka, 1983. (In Russ.)
11. Sobol I.M., Statnikov R.B. *Vybor optimalykh parametrov v zadachakh so mnogimi kriteriyami* [The choice of optimal parameters in problems with many criteria]. Moscow, Drofa, 2006. (In Russ.)
12. Chekansky A.N., Frolova N.L. *The theory of demand, supply and market structures*. Moscow, TEIS, 1999. (In Russ.)