

*А.Н. Бирюков, О.И. Глущенко**

МЕТОДИКА ДВУХУРОВНЕВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО БЮДЖЕТА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ

Предлагается рассчитывать распределение фонда материального развития муниципальных финансовых ресурсов как задачу нелинейного программирования для двух уровней бюджетных отношений: муниципальных образований (МО) и муниципальных учреждений (МУ). На верхнем уровне реализуется принцип распределения, направленный на равномерность «душевого» обеспечения граждан в МО муниципальными услугами, а на нижнем уровне — на объективном показателе эффективности работы МУ за отчетный период, для оценки которого строится специальная нейросетевая модель.

Введение

В статье рассмотрена проблема поддержки принятия решений при управлении распределением муниципальных финансовых ресурсов фонда материального развития (ФМР) в двухуровневой системе бюджетирования. Верхний уровень соответствует распределению средств, выделенных по данному сектору бюджетирования между муниципальными образованиями (поселениями, муниципальными районами, городскими округами). Нижний уровень соответствует муниципальным учреждениям внутри муниципального образования.

Суть рассматриваемой проблемы заключается в следующей методике [1].

Основной принцип, заложенный в методику [1], поясним конкретно для сектора образовательных МУ. Методика [1.С.8] ориентирована на распределении субвенций для каждого МО, «исходя из численности учащихся, детей соответствующих возрастных категорий, других параметров, отражающих потребность в получении образовательных услуг. При этом распределение субвенций на указанные цели с использованием показателей для данного муниципального образования, характеризующих потребность соответствующих категорий населения в получении общеобразовательных услуг, формирует устойчивую зависимость между спросом граждан и его удовлетворением за счет бюджетных средств».

Напротив, в случае использования старого «сметного» способа распределения, когда объектом оценки расходов на определение субвенций на финансирование общеобразовательного процесса является школа, расположенная в данном МО, результатом такого принципа распределения, особенно в среднесрочной перспективе, будет консервация различий в обеспеченности населения отдельных МО, а также со-

* © Бирюков А.Н., Глущенко О.И., 2006

Бирюков Александр Николаевич — муниципальное учреждение здравоохранения «Санитарный автотранспорт», Республика Башкортостан, г. Стерлитамак

Глущенко Ольга Ивановна — муниципальное унитарное предприятие «Стерлитамакское троллейбусное управление», Республика Башкортостан, г. Стерлитамак

здание устойчивого стимула для органов местного самоуправления по обеспечению деятельности именно бюджетных учреждений, а не предоставлению общеобразовательных услуг всем детям соответствующих возрастных категорий, формирует серьезные препятствия для оптимизации бюджетной сети.

Данный принцип распределения [1] относится и к субвенциям, направленным на выравнивание бюджетной обеспеченности МО, и к субвенциям ФМР.

При всей своей привлекательности в аспекте выполнения национальных проектов РФ методика [1] имеет недостаток: она не дифференцирует объемы ФМР для нижнего уровня распределения средств между муниципальными учреждениями в функции объективных показателей эффективности работы этих учреждений за прошлый отчетный период.

Авторы статьи предлагают «надстроить» методику [1] моделью распределения нижнего уровня, построенной на основе решения оптимизационной задачи нелинейного программирования (ЗНП) и нейросетевой модели (НСМ) показателей эффективности.

1. Модель верхнего уровня распределения фонда материального развития

Известны две модификации методики [1.С.53] по распределению ФМР:

1. Расчет по формуле, общей для всех МО.
2. Расчет на основе процедур конкурсного отбора инвестиционных проектов (программ) МО.

В случае использования формульного подхода размер субсидии из ФМР субъекта РФ, выделяемый i -му МО, рассчитывается следующим образом [1. С. 54]:

$$S_i = S(P / P_i), \quad (1)$$

где S – общий объем средств из ФМР субъекта РФ¹; P_i – расчетный объем потребности i -го МО в инвестиционной финансовой помощи; P – расчетный объем потребности всех МО данного субъекта РФ в инвестиционной финансовой помощи.

Величина P_i может быть найдена по формуле:

$$P_i = \left[(O_P \cdot k_{c_i} - O_i) C \cdot k_{P_i} H_i / P_i \right] \bar{P}_i; \quad \bar{P}_i \in [0;1]. \quad (2)$$

Здесь O_P – средний по субъекту РФ показатель уровня потребности в определенных объектах социальной и инженерной инфраструктуры в МО в расчете на одного жителя или потребителя соответствующих услуг (например, число лечебных учреждений на одного жителя, число школ на одного ученика и т.д.); O_i – фактический показатель уровня обеспеченности в определенных объектах социальной и инженерной инфраструктуры в i -м МО; k_{c_i} – поправочный коэффициент структуры населения, учитывающий объективные различия МО в потребности определенного количества социальной и инженерной инфраструктуры в расчете на одного потребителя (например, для поселений, где преобладают жители пенсионного возраста, больше потребность в числе больниц, чем потребность в школах); C – средняя по

¹ Для определения S необходимо построение отдельной прогнозной модели, реализацию которой авторы предлагают выполнить в нейросетевом базисе [4].

субъекту РФ стоимость создания единицы соответствующих объектов социальной и инженерной инфраструктуры; H_i — численность постоянного населения i -го МО; k_{PI_i} — поправочный коэффициент расходных потребностей i -го МО, отражающий объективные различия в стоимости создания единицы соответствующих объектов социальной и инженерной инфраструктуры; Y_i — уровень бюджетной обеспеченности i -го муниципального образования (в % к величине общего ФМР), образующийся после распределения средств на выравнивание бюджетной обеспеченности. Авторы предлагают ввести в формулу (2) коэффициент, который характеризует объективно качество предоставления бюджетных услуг данного вида (например, общеобразовательных) МУ в среднем по i -му МО. Величина рассчитывается с помощью специальной НСМ как функция ряда объективных первичных факторов (см. ниже) и может интерпретироваться как аналог «рентабельности вложения средств».

Сделаем замечания по расчету некоторых величин, входящих в формулы (1) и (2).

1. Состав получателей $\{i^*\}$, $i = 1, m^*$, где m^* меньше общего количества МО, средства ФМР можно ограничить только теми МО, у которых уровень бюджетной обеспеченности ниже установленного субъектом РФ уровня Y_0 , т.е.

$$\{i^*\} : Y_i < Y_0. \quad (3)$$

2. При расчете коэффициента структуры населения k_{c_i} можно, кроме градации населения по категориям, учесть дополнительные факторы, например фактор масштаба. Он состоит в том, что потребность в определенных объектах социальной и инженерной инфраструктуры не пропорциональна числу жителей H_i или потребителей бюджетных услуг. К таким факторам, формирующим k_{c_i} , можно также отнести уровень урбанизации данного МО. В этом случае можно предусмотреть различные потребности в обеспеченности объектами ЖКХ городского и сельского населения.

Таким образом, использование формул (1), (2) позволяет распределить средства ФМР пропорционально недостающей душевой потребности в определенных объектах социальной и инженерной инфраструктуры с учетом уровня существующей бюджетной обеспеченности МО после распределения средств фондов выравнивания их бюджетной обеспеченности.

2. Модель нижнего уровня бюджетирования

В данной статье показано, что распределение средств ФМР между МУ данного i -го МО с учетом показателей эффективности $\{C_{ij}\}$ деятельности данного j -го МУ за прошлый отчетный период можно свести к задаче нелинейного программирования.

Требуется найти такие оптимальные объемы вложений финансовых средств $\{Y_{ij}^*\}$, которые доставляют максимум функции эффективности $F(Y_{ij})$ при наложенных ограничениях:

$$F(\vec{Y}_i) = \sum_{j=1}^n C_{ij} Y_{ij} \rightarrow \max_{\vec{Y} \in D} F(\vec{Y}_i), \quad (4)$$

$$\begin{cases} D : S_{ij}^H \leq |Y_{ij}| \leq S_{ij}^B; & \sum_{j=1}^n Y_{ij} \leq S_i; \\ \vec{Y}_i = (Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in}); & Y_{ij} \geq 0; \quad j = \overline{1, n}; i = \overline{1, m}, \end{cases} \quad (5)$$

где D — допустимая область изменения Y_{ij} в n -мерном пространстве; $P_{ij}, S_{ij}^H, S_{ij}^B$ — заданные величины; Y_{ij} — объем финансовых средств планируемых в i -м МО для j -го МУ; n — количество МУ; m — количество МО; S_{ij}^B, S_{ij}^H — верхний и нижний уровни ограничений на объемы выделяемых средств, определяемые законодательством данного субъекта РФ; $F(Y_i)$ — функция эффективности работы (аналог рентабельности) в i -м МО; P_{ij} — коэффициенты в различных МУ; S_i — общий объем средств, выделяемых верхним уровнем бюджетирования i -му МО, который согласно (2) является функцией среднего показателя эффективности $\bar{P}_i$ для данного МО.

В данной задаче оптимизации (4), (5) величины $S_i, S_{ij}^B, S_{ij}^H, P_{ij}$ считаются заданными константами. При этом величины $\{S_i\}$ рассчитываются на верхнем уровне по модели (1) — (3), а для определения коэффициентов эффективности $\{P_{ij}\}$, как отмечалось выше, строится специальная нейросетевая модель, в которой P_{ij} аппроксимируются как нелинейные функции многих переменных первичных факторов $\{x_k\}$ и общего объема выделенных j -му МУ бюджетных средств M_{ij} , который характеризует эффект масштаба в работе МУ:

$$P_{ij} = f_i(x_k, M_{ij}), \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad P_{ij} \in [0; 1] \quad (6)$$

по базе данных, наблюдаемых за некоторый отчетный период (2...5 лет).

Замечание. Коэффициенты $\{P_{ij}(x_k)\}$ дифференцируют объемы вложений $\{Y_{ij}\}$ в каждое j -е МУ в зависимости от объективного показателя эффективности его прошлой работы. Следовательно, введение в модель $\{P_{ij}\}$ связывает интересы верхнего и нижнего уровней бюджетирования и стимулирует развитие предприятий: чем выше объективный показатель P_{ij} , тем большая доля средств будет выделена j -му предприятию по ФМР, а также данному i -му МО на верхнем уровне согласно (2).

3. Нейросетевая модель показателей эффективности

Построение НСМ для $P_{ij}(x_k)$ на нижнем уровне распределения представляет собой отдельную исследовательскую задачу, ибо условия моделирования очень сложны: база данных сильно зашумлена (и даже сознательно искажена — в ряде случаев имеют место «приписки»), что усугубляется дефицитом наблюдений. В лучшем случае число наблюдений (записей в базе данных) делается по месяцам, что составляет примерно $5 \cdot 12 = 60$. При таком количестве примеров, причем сильно зашумленных, обучить НСМ и обеспечить ее адекватность очень сложно без привнесения принципиально новых идей по процедурам пред- и постпроцессорной обработки данных.

Необходимые теоретические предложения (концепции) были разработаны авторами и подробно изложены в [2-4]. В данной статье мы ограничимся лишь кратким описанием вида НСМ. Будем постулировать, что существует объективный показатель эффективности работы муниципальных учреждений $P_{ij}(x_k)$, зависящий от ряда первичных факторов $\{x_k\}$, $k = \overline{1, p}$, отраженных в документах бухгалтерской отчетности и масштабного показателя M_{ij} . Для конкретности изложения возьмем лечебные учреждения.

В качестве моделируемой величины $P_{ij}(x_k)$ выберем удельный фактический расход всех средств, усредненный за квартал (приходящийся на одного обслуживаемого амбулаторно или в стационаре жителя). Построим НСМ вида (индекс i для простоты опускаем):

$$M \left[P \left| \vec{X} = x_0 \right. \right] \rightarrow \hat{P} = F(W, \vec{x}) + l, \quad (7)$$

где $M \left[P \left| \vec{X} = x_0 \right. \right]$ — условное математическое ожидание случайной величины P при условии, что вектор входных факторов принял фиксированное значение ($\vec{X} = x_0$); $\hat{P}$ — рассчитанное по НСМ значение P ; $F(\cdot)$ — оператор НСМ; W — матрица параметров модели (синаптических весов), которые НСМ находит сама при обучении; l — случайная ошибка; « $\rightarrow$ » — знак статистической оценки.

В качестве первичных факторов (доступных в документации) мы использовали показатели (в тыс. руб.): X_1 — заработная плата; X_2 — расходы на медикаменты; X_3 — расходы на продукты питания; X_4 — увеличение стоимости основных средств; X_5 — услуги на содержание имущества; X_6 — услуги связи; X_7 — транспортные расходы; X_8 — расходы на отопление, электроэнергию, потребление воды; $X_9 \equiv \sum S_{ij}$ (суммарная величина бюджета МУ в момент наблюдения t_k , $k=1,2,\dots,T$).

Выводы

1. На основе нейросетевой модели предложена двухуровневая схема распределения ФМР между муниципальными образованиями и муниципальными учреждениями.

2. Создана научная основа для управления распределением бюджетных средств, объективно учитывающая как интересы верхнего уровня, так и интересы нижнего уровня бюджетирования.

Библиографический список

1. Методические рекомендации субъектам Российской Федерации и муниципальным образованиям по регулированию межбюджетных отношений // Приказ Министерства финансов РФ № 243 от 27 августа 2004 г.
2. Бирюков, А.Н. Концептуальный базис построения нейросетевых моделей муниципального бюджетирования / А.Н. Бирюков, О.И. Глущенко, С.А. Горбатков // Информационные технологии. — 2006 (в печати).
3. Бирюков, А.Н. Алгоритм оценки показателей качества работы бюджетных муниципальных структур на основе нейросетевой математической модели / А.Н. Бирюков // Роспатент. 2006 (направлен на регистрацию).
4. Глущенко, О.И. Алгоритм прогнозирования доходной части муниципального бюджета на основе нейросетевой математической модели / О.И. Глущенко // Роспатент. — 2006 (направлен на регистрацию).
5. Хайкин, С. Нейронные сети: Полный курс / 2-е издание / С. Хайкин; пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. — 1104 с.

A.N. Biryukov, O.I. Gluschenko

**A METHOD OF TWO-LEVEL DISTRIBUTION OF THE MUNICIPAL
BUDGET BASED ON A NEURONET MODEL**

The method is based on calculation the assessment of municipal financial resources fund as nonlinear programming problem for two levels of the budgetary relations: municipal formation and municipal institutions. On top-level a principle of the distribution, directed on uniformity ensuring municipal service to people in municipal formation is realized, but on lower level it is directed on objective factor of efficiency of the municipal institutions for report period. A special neuronet model is built for estimation of these factors.