

Фархиева Светлана Анатольевна

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ МНОГОФАКТОРНОГО ПРОГНОЗА НА БАЙЕСОВСКОМ АНСАМБЛЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДОХОДНОЙ ЧАСТИ БЮДЖЕТА МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2011/5/56.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2011. № 5 (48). С. 165-167. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2011/5/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Список литературы

1. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности: Федеральный Закон № 217-ФЗ от 02.08.2009: вступил в силу с 15 августа 2009 г. // Российская газета: федеральный выпуск. 2009. № 4966. 4 августа.
2. Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года: утверждена Межведомственной комиссией по научно-инновационной политике. Протокол № 1 от 15 февраля 2006 г.

УДК 336.004

Светлана Анатольевна Фархиева

Всероссийский заочный финансово-экономический институт (филиал) в г. Уфе

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ МНОГОФАКТОРНОГО ПРОГНОЗА НА БАЙЕСОВСКОМ АНСАМБЛЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДОХОДНОЙ ЧАСТИ БЮДЖЕТА МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ[©]

Предлагается метод многофакторного прогноза доходной части бюджета муниципального образования (МО) на байесовском ансамбле нейросетей. Прогнозирование наполнения бюджета МО должно осуществляться на основе комбинированного системного-синергетического-информационного подхода не изолированно, а в составе общей методики бюджетирования, основанного на принципе равномерного обеспечения населения бюджетными услугами определённого вида. При этом, как расходная, так и доходная части бюджета должны планироваться с учётом риска выхода за границы доверительных интервалов прогнозных оценок, чтобы пересечение этих границ не было пустым множеством с заданной доверительной вероятностью.

В данной статье предлагается нейросетевая математическая модель прогноза уровня наполнения муниципального бюджета и математическая модель оценки риска прогноза. Условия моделирования рассматриваемого процесса являются достаточно сложными с точки зрения возможности применения традиционных регрессионных методов [1]: сильное зашумление входных данных, отягченное дефицитом наблюдений. Поэтому предлагается использовать новейшие нейросетевые методы прогнозирования [5; 6], свободные от указанных ограничений, причём в процедуры пред- и постпроцессорной обработки данных всё же потребовалось внесение ряда новых идей [2-4].

Нейросетевая прогнозная модель наполнения доходной части бюджета муниципального образования

Нейросетевая математическая модель строится в виде:

$$M\left[\hat{Y}|\bar{x}, t\right] \hat{Y} = F(\bar{X}, W, t) + e, \quad (1)$$

где $M\left[\hat{Y}|\bar{x}, t\right]$ - условное математическое ожидание моделируемой случайной величины - суммы бюджета;

W - матрица параметров модели (синаптических весовых множителей); e - случайная ошибка аппроксимации; $F(\cdot)$ - оператор нейросетевого отображения, т.е. вычисления \hat{Y} по заданным значениям \bar{x} и t .

Таким образом, модель (1) представляет собой с точки зрения кибернетики адаптивную динамическую. Трудность построения НСМ состоит в том, что данных мало, поэтому потребовалась разработка специальных процедур пред- и постпроцессорной обработки данных [3] с целью повышения информативности базы данных (БД). При дефиците наблюдений учесть все эти входные факторы невозможно. Предложено структурировать (подвергнуть компрессии) пространство независимых переменных \bar{X} . Спецификация переменных была выбрана по итерационному способу экспертных оценок с дообучением экспертов [Там же].

Математическая модель оценки риска превышения заданного уровня ошибки прогноза

Пусть с помощью обученной, протестированной и проэкзаменованной нейросетевой модели в каждой точке базы данных $k = \overline{1, N}$ вычислены случайные относительные ошибки расчёта

$$\Delta_k = (S_k - \hat{S}_k) / S_k \quad (2)$$

Оговорим ряд допущений для получения расчётных формул оценки риска в нашей задаче. Случайная ошибка (2) обусловлена множеством причин: зашумлением базы данных, а также неучтёнными входными факторами. Следовательно, опираясь на центральную предельную теорему теории вероятности [1], можно постулировать нормальный закон распределения (НЗР) плотности вероятности относительной ошибки $f(\Delta)$. Случайную величину (СВ) Δ_k будем считать несмещённой. Считая, что неблагоприятным событием прогноза величины S , является превышение относительной ошибки Δ некоторого порогового значения Z , а благоприятным событием является событие $\Delta \leq Z$, можно вычислить коэффициент риска прогноза [Там же]:

$$K_z = \int_z^{\infty} (\Delta - Z) f(\Delta) d\Delta / \int_{-\infty}^z (\Delta - Z) f(\Delta) d\Delta \quad (3)$$

$$f(\Delta) = \frac{1}{\sqrt{2}} \exp\left[-\frac{(\Delta - m)^2}{2}\right], \quad (4)$$

где $f(\Delta)$ - функция Гаусса, аппроксимирующая плотность вероятности СВ Δ ; m , - математическое ожидание и дисперсия СВ Δ .

Получим расчётную формулу для коэффициента риска:

$$K_z = \frac{z + (m - Z)[0,5 - 0,5\Phi(\frac{z}{\sigma})]}{z + (m - Z)[-0,5 - 0,5\Phi(\frac{z}{\sigma})]}; \quad z = \frac{1}{\sqrt{2}} \exp\left(-\frac{(Z - m)^2}{2}\right); \quad z = \frac{Z - m}{\sigma},$$

где $\Phi(\frac{z}{\sigma})$ - функция Лапласа.

В практических расчётах величины m и σ заменяются своими выборочными оценками:

$$m \rightarrow \bar{\Delta} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \Delta_k; \quad \sigma \rightarrow \bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (\Delta_k - \bar{\Delta})^2} \quad (5)$$

Замечание. На практике может оказаться, что критерий согласия, например Пирсона [Там же] о НЗР СВ Δ , не выполняется для заданной выборки и принятой доверительной вероятности P^* . Тогда отношение площадей в (3) можно оценить по экспериментальной гистограмме.

Алгоритм вычислений

Методика использования построенной комплексной модели прогноза объёма собственных доходов \hat{Y} бюджета муниципального образования является замкнутой. Она даёт не только точечную оценку прогноза \hat{Y} , но и оценивает риск уменьшения прогнозного значения ниже заданного порога Z и оценивает доверительный интервал прогноза. Вычисления проводятся по следующей схеме.

1. Для выбранной в спецификации модели Y , x_1, \dots, x_n формируется база данных, т.е. совокупность кортежей за выбранный промежуток наблюдения (3...5 лет) с упорядочением номеров наблюдения по времени t_k , $k = \overline{1, N}$.

2. Обучается, тестируется и экзаменуется НСМ (1).

3. В полученную НСМ подставляются прогнозные значения времени $t_{np} \equiv x_{1np}$ и объясняющих переменных $x_{1np}, x_{2np}, x_{3np}, \dots, x_{7np}$. При этом прогнозные значения $x_{1np}; x_{2np}; x_{3np}$ и x_{7np} известны заранее, а для определения $x_{4np}, x_{5np}, x_{6np}, x_{8np}, x_{9np}$ следует провести анализ соответствующих одномерных временных рядов [Там же]. Получаем оценку точечного прогноза \hat{Y}_{np} .

4. По всем точкам $k = \overline{1, N}$ базы данных с помощью НСМ вычисляем по (2) множество случайных ошибок расчёта $\{\Delta_k\}$.

5. Постулируем НЗР плотности вероятности ошибок $\{\Delta_k\}$ и проверяем критерий согласия Пирсона [Там же].

6. Принимаем решение: если гипотеза о НЗР принимается, то можно провести достаточно точные аналитические расчёты коэффициента риска K_z и, соответственно ширины доверительного интервала $(Z - m)$ по формулам (3) и (6); если гипотеза о НЗР не принимается, то следует произвести более грубый численный расчёт K_z и $(Z - m)$ по экспериментальной гистограмме.

7. Найденную точечную оценку прогноза \hat{Y}_{np} , коэффициент риска K_z и ширину доверительного интервала $(Z - m)$ можно использовать при реализации методики распределения финансовых средств между МО и принятии управленческих решений.

Результаты вычислительных экспериментов

Имеется база данных, содержащая 45 точек, на которых построено 6 НСМ байесовского ансамбля. Требуется сделать прогноз на 3 месяца вперед.

С помощью анализа одномерных рядов определены в точке прогноза:

$\bar{t}_{np} = X_{1np} = 1,0625$; $X_{2np} = 0,37$; $X_{3np} = 0,9$; $X_{4np} = 20,078$; $X_{5np} = 72,47$; $X_{6np} = 36$; $X_{7np} = 78,59$; $X_{8np} = 5,85$; $X_{9np} = 15,39$.

При подстановке указанных прогнозных значений входных факторов в обученные сети НСМ1-НСМ6 получены 6 прогнозных точек. Усредненный прогноз по 6 НСМ равен:

$$\bar{Y}_{np} = \frac{48,53 + 51,59 + 49,62 + 45,77 + 47,75 + 53,46}{6} = 41,18 \text{ млн. руб.}$$

В качестве доверительного интервала I_Y прогноза может выступать максимальный разброс прогноза на байесовском отфильтрованном ансамбле:

$$I_Y = Y_{np \max} - Y_{np \min} = 53,46 - 45,77 = 7,69 \text{ млн. руб.}$$

Таким образом, полуширина доверительного интервала с вероятностью $\bar{P}^* = 0,917$ составляет 3,84 млн. руб. или 9,33% от расчетного усредненного значения.

Итог прогноза можно записать в виде:

$$Y(\bar{x}(t), t) |_{T=51} = (41,18 \pm 3,84) \text{ млн. руб.}$$

Доверительный интервал прогноза за I_Y , вычисляемый с вероятностью $\bar{P} = 0,782$ (см. параграф) равен

$$V_{np} = \bar{V}_{np} \pm I_Y = 41,18 \pm 3,84 \text{ млн. руб.}$$

$$I_Y = \frac{Y_{np \max} - Y_{np \min}}{2} = \frac{53,46 - 45,77}{2} = 3,84 \text{ млн. руб.}$$

Полуширина доверительного интервала составляет

$$I_Y = \frac{3,84}{41,18} \cdot 100\% = 9,33\%.$$

Построенная нейросетевая многофакторная нелинейная прогнозная модель имеет достаточные прогностические свойства по качеству аппроксимации, по полуширине доверительного интервала 9,33% по средней вероятности оценки ($\bar{P} = 0,917$), а также по ошибкам обобщения порядка единиц - процентов. Средний коэффициент риска выхода значения ошибки прогноза за верхнюю границу доверительного интервала составил $k_{zcp} = 0,4$.

Разработана математическая нейросетевая модель прогноза наполнения муниципального бюджета и вероятностная модель оценки риска выхода за назначенную границу ошибки прогнозного значения \hat{Y}_{np} , которыми можно надстроить методики распределения бюджетных средств. Такую прикладную модель вполне можно рекомендовать для практики, как основу для принятия решений в условиях неопределенности.

Список литературы

1. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 1998.
2. Горбатков С. А., Полупанов Д. В., Фархиева С. А. Обобщение метода вложенных математических моделей на основе байесовского подхода к регуляризации задач нейросетевого моделирования налогового и финансового контроля // Научная сессия НИЯУ МИФИ - 2010. XII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2010»: сборник научных трудов: в 2-х ч. М.: НИЯУ МИФИ, 2010. Ч. 2. С. 228-236.
3. Горбатков С. А., Фархиева С. А. Алгоритм структурирования данных с использованием вспомогательных нейросетевых субмоделей и построение рабочей нейросетевой модели с байесовской регуляризацией: свидетельство о регистрации электронного ресурса в ОФЭРНиО ИНИМ РАО № 16403 от 22.11.2010 г. Номер государственной регистрации в Национальном информационном фонде неопубликованных документов: 50201050147.
4. Горбатков С. А., Фархиева С. А. Концептуальный базис разработки моделей муниципального бюджетирования. Социальная ответственность бизнеса: теория, методология, практика: материалы Всероссийской научно-практической конференции 21 мая 2010 г. ВЗФЭИ - Уфа: РИО РУНМЦ МО РБ, 2010. 252 с.
5. Ежов А. А., Шумский С. А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе: учебник учебно-аналитического института МИФИ под ред. проф. В. В. Харитонов. М.: Изд. Московск. инж.-физич. ин-та, 1998.
6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.

УДК 33

Елена Евтифеевна Францева-Костенко
Волго-Вятская академия государственной службы

МЕСТНЫЕ ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, КАК ДВИЖУЩАЯ СИЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСЛОВИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА[©]

В современной России предстоит решить ряд кардинальных задач социально-экономического развития. Среди них - не только выход из глубокого кризиса, но и полная переориентация экономической политики на человека и на многократное повышение эффективности и результативности производства.

В сложившейся кризисной ситуации в регионах особенно важно создание условий устойчивого функционирования тех объектов инфраструктуры, которые обслуживают неотложные нужды человека и создают минимальные условия жизнеобеспечения:

- экология;