

О СРЕДНЕСРОЧНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА

Е.В. Косарева, М.А. Матальцкий

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Введение. В 2011 году появился новый макроэкономический показатель – валовой региональный продукт (ВРП), или валовой внутренний продукт в разрезе областей и Минска. Этот показатель позволяет более точно оценивать и сравнивать темпы экономического развития регионов, существенно повысить обоснованность оперативных и стратегических управленческих решений. По экономическому содержанию и методологической основе показатель ВРП – аналог валового внутреннего продукта (ВВП), который рассчитывается на республиканском уровне.

ВРП определяется как сумма валовых добавленных стоимостей (ВДС) видов экономической деятельности (разность между суммарной стоимостью товаров и услуг, являющихся результатом экономической деятельности резидентов и стоимость товаров и услуг, которые потребляются в отчетном периоде в процессе производства), и чистых налогов на продукты. ВРП формируется в разрезе 15 видов экономической дея-

тельности (далее – секция): сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство; рыболовство, рыбоводство; горнодобывающая промышленность; обрабатывающая промышленность; производство и распределение электроэнергии, газа и воды; строительство; торговля; ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного пользования; гостиницы и рестораны; транспорт и связь; финансовая деятельность; операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг потребителям; государственное управление; образование; здравоохранение и предоставление социальных услуг; предоставление коммунальных, социальных и персональных услуг.

Для расчета ВРП области за каждый отчетный период (месяц, квартал, год) в отраслевые отделы главного статистического управления области поступает из районных отделов статистики перечень форм государственной статистической отчетности, используемых при формировании ВРП. Главное статистическое управление Гродненской области состоит из пяти отраслевых отделов (промышленности, сельского хозяйства, инвестиций и строительства, внутренней и внешней торговли, платных услуг) и отдела статистического регистра и внутреннего обследования (ОСР и ВО), который непосредственно рассчитывает ВРП.

В работе [1] впервые предложена, а в [2] усовершенствована стохастическая модель прогнозирования ВРП, основанная на использовании НМ (Howard–Matalytski)–сети массового обслуживания (МО) с центральной системой. В [2] рассчитан пример прогнозирования ВРП Гродненской области основанный на статистических данных его изменения в I квартале 2011 г., в данной работе используются статистические данные об изменении ВРП за I–III кварталы 2011 г.

Описание стохастической сетевой модели. Сетевой моделью образования и прогнозирования ВРП может служить открытая НМ–сеть МО с центральной системой МО (СМО) и доходами. Периферийные системы сети S_i , $i = \overline{1, 15}$, соответствуют отраслевым отделам Гродненского статистического управления, а центральная система S_{16} – ОСР и ВО. Заявками в описанной сети служат данные от организаций различных секций, доходами периферийных систем являются объемы выпуска, инвестиций и чистых налогов, а расходами – объемы промежуточного потребления по секциям экономической деятельности. Доходами центральной СМО являются ВДС секций экономических отраслей.

Пусть в сеть поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ . Интенсивность обслуживания заявок $\mu_i(k_i(t)) = \begin{cases} k_i(t)\mu_i, & k_i(t) < m_i, \\ m_i\mu_i, & k_i(t) \geq m_i, \end{cases}$ в момент времени t в системе S_i зависит от числа заявок в этой

системе $k_i(t)$, m_i , – число линий обслуживания в S_i , $i = \overline{1, n}$. Рассмотрим динамику изменения доходов некоторой системы S_i сети. Обозначим через $V_i(t)$ доход системы S_i в момент времени t , а $v_i(t) = M\{V_i(t)\}$, $i = \overline{1, n}$. Тогда используя методику, описанную в [1], для системы S_n получаем

$$\frac{dv_n(t)}{dt} = c_n + \sum_{i=1}^{n-1} \mu_i \min(N_i(t), m_i) a_{in} - \mu_n \min(N_n(t), m_n) b_{n0} \quad (2)$$

где b_{n0} – средняя величина, на которую уменьшится доход системы S_n , если заявка из этой системы перейдет во внешнюю среду, a_{in} – средний ожидаемый доход системы S_n от перехода заявки из системы S_i в систему S_n , $i = \overline{1, n-1}$, c_n – средняя величина, на которую система S_n увеличивает свой доход в единицу времени; $N_i(t)$ – среднее число заявок (ожидающих и обслуживающихся) в системе S_i в момент времени t можно найти из системы [2].

$$\begin{aligned} \frac{dN_i(t)}{dt} &= \lambda p_{0i} - \mu_i \min(N_i(t), m_i) \quad i = \overline{1, n-1} \\ \frac{dN_n(t)}{dt} &= \sum_{i=1}^{n-1} \mu_i \min(N_i(t), m_i) - \mu_n \min(N_n(t), m_n) \end{aligned} \quad (3)$$

Это система линейных ОДУ с разрывными правыми частями. Решать ее нужно путем разбиения фазового пространства на ряд областей и нахождения решения в каждой из них. Предположим, что сеть функционирует так, что в среднем в ней не наблюдается очередей, т.е. $\min(N_i(t), m_i) = N_i(t)$, $i = \overline{1, n}$. Это связано с тем, что данные, поступающие в отраслевые отделы от различных предприятий обрабатываются одновременно, так как все они необходимы для составления отчетов передаваемых далее в ОСР и ВО. Тогда системы (3), (2) будут иметь вид:

$$\frac{dN_i(t)}{dt} = \lambda p_{0i} - \mu_i N_i(t), \quad i = \overline{1, n-1}, \quad (4)$$

$$\frac{dN_n(t)}{dt} = \sum_{i=1}^{n-1} \mu_i N_i(t) - \mu_n N_n(t),$$

$$\frac{dv_n(t)}{dt} = c_n + \sum_{i=1}^{n-1} \mu_i N_i(t) a_{in} - \mu_n N_n(t) b_{n0}. \quad (5)$$

Зная среднее число заявок в i -ой системе $N_i(0)$ в начальный момент времени, $i = \overline{1, n}$, решение системы (4) может быть найдено прямым методом. Подставив найденные $N_i(t)$ в (5) и задав начальное условие $v_n(0) = v_{n0}$, можно найти ожидаемый доход центральной системы S_n , зависящее от времени. Это позволяет получить соотношение для ВРП в любой момент времени $t, t \in [0, T]$.

Пример. Как указано выше, модель для прогнозирования ВРП представляет собой сеть МО, состоящую из 15 периферийных СМО, соответствующих секциям экономики, и центральной СМО, которая представляет собой ВРП. Заявками в сети являются все формы отчетности, поступившие от одной организации. Количество линий обслуживания в периферийных СМО соответствует количеству сотрудников отраслевых отделов, обрабатывающих данные по соответствующей секции экономической деятельности. Например, если в один отраслевой отдел поступают данные из нескольких секций, то количество сотрудников, обрабатывающих данные по каждой секции, пропорционально количеству обследованных организаций по данной секции.

Для расчета ВРП по данным за I–III кварталы 2011 года, представленным Главным статистическим управлением Гродненской области о выпуске, промежуточном потреблении и чистых налогах секций экономики, объемов инвестиций в данные секции были рассчитаны следующие параметры модели: 1) интенсивность поступления заявок в сеть (количество заявок поступивших от организаций за единицу времени, равную одному кварталу) $\lambda = 925$ заявок/квартал; 2) вероятности поступления заявок в сеть извне находятся как $p_{0i} = \lambda_i / \lambda$, $i = \overline{1, n}$, где λ_i – количество заявок поступающих в i -ю СМО в единицу времени; 3) время обслуживания одной заявки рассчитывается как $\tau_i = T_i / \lambda_i$ (кв), где T_i – суммарное время обслуживания всеми линиями i -ой системы заявок, поступающих в единицу времени; 4) интенсивность обслуживания заявок в i -й СМО – количество заявок обслуженных одной линией за единицу времени равно $\mu_i = 1 / \tau_i$ (заявок/кв); 5) a_{0i} – доход, который приносит поступившая заявка системе S_i , рассчитываются как отношение ВВП _{i} + Инв _{i} + НДС _{i} – ПП _{i} к количеству обследованных организаций i -ой секции, где ВВП _{i} – выпуск по i -ой секции, Инв _{i} – инвестиции в i -ю секцию, НДС _{i} – налоги i -ой секции, ПП _{i} – промежуточное потребление i -ой секции.

Для описанной сети доходы a_{0i} , которые получают периферийные СМО, когда в них поступают заявки извне, равны расходам a_{in} , которые они принесут, когда заявки из них переходят в центральную систему. Расход центральной СМО, когда из нее уходят заявки, равен нулю, т.е. $b_{n0} = 0$, кроме того, в нашем случае $c_i = 0$, $i = \overline{1, n}$. Параметры сети представлены в таблице 1.

Для расчетов ВРП была составлена программа в системе компьютерной математики Mathematica, которая позволяет находить ожидаемые доходы систем сети в любой момент времени и строить их графики. Доход центральной системы сети, т.е. ВРП, полученный как решение системы (6), равен

$$v_{16}(t) = 200.694 e^{-1717.86t} + 17315 e^{-160.65t} - 2059.22 e^{-138.36t} + 11334.2 e^{-130t} + 1468.63 e^{-118.18t} - 4792.74 e^{-96.32t} + 4.02678 \cdot 10^6 t - 23466.6. \quad (6)$$

Таблица – Параметры стохастической модели ВРП

№ СМО	p_{0i}	τ_i (кв).	μ_i (за-явок/кв)	a_{0i}	№ СМО	p_{0i}	τ_i (кв).	μ_i (за-явок/кв)	a_{0i}
1	0,2151	0,0085	118,182	1349425	9	0,0062	0,0062	118,182	525079,1
2	0,0011	0,0085	118,182	1904,917	10	0,0062	0,0062	160,643	293387,2
3	0,0054	0,0077	130	28154,17	11	0,0062	0,0062	160,643	687207,3
4	0,2281	0,0077	130	2537926	12	0,0062	0,0062	160,643	119668,9
5	0,0259	0,0077	130	343083,4	13	0,0062	0,0062	160,643	258494,8
6	0,1762	0,0104	96,3182	492902,6	14	0,0062	0,0062	160,643	244715,3
7	0,1611	0,0072	138,357	610935,7	15	0,0062	0,0062	160,643	129890,5
8	0,013	0,0062	160,643	45529,25	16	0	0,0062	1717,86	5113329

График изменения ВРП за год изображен на рис. 1

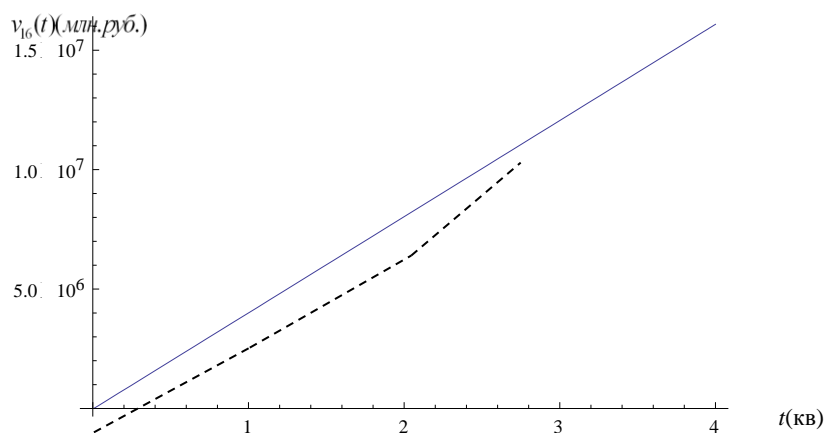


Рисунок – Графики реального и прогнозируемого ВРП,
 — прогнозируемый ВРП за год, ---- – реальный ВРП за 2011 г.

По данным Белстата в I квартале 2011 года ВРП Гродненской области составил 3 191, 355 млрд. руб., в I–II квартале 2011 г. – 7 340, 741 млрд. руб., в январе–августе 2011 г. – 11 662,2 млрд. руб., а спрогнозированный по формуле (7) ВРП в соответствующих периодах равен 4 003,31 млрд. руб., 8 030,085 млрд. руб. и 10 714,602 млрд. руб. Нетрудно показать, что относительная погрешность спрогнозированного ВРП за I квартал составляет 20%, а за полгода и за 8 месяцев – не более 8,5%. Это говорит о том что, предложенная стохастическая модель прогнозирования ВРП является достаточно точной.

Список использованных источников

1. Колузаева, Е.В. Стохастическая сетевая модель прогнозирования валового внутреннего продукта региона / Е.В. Колузаева, М.А. Матальцкий// Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы. Материалы V междунар. научно–практ. конф. – Пинск: ПГУ, 2011. – С. 275–278.

2 Колузаева, Е.В. Стохастическая сетевая модель прогнозирования валового регионального продукта / Е.В. Колузаева, М.А. Матальцкий// Вестник ГрГУ. Сер.5. Экономика. – 2012. – №1. – С. 34–41.