

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЕЕ ВОСПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТУРА

В связи с нелинейным характером развития воспроизводственных процессов региональных социально-экономических систем, обусловленным территориальными условиями деятельности хозяйствующих субъектов под воздействием внешней среды, большую актуальность приобрела проблема экономико-математического прогнозирования результатов функционирования данных систем с учетом этих особенностей. Цель статьи – развитие теоретических основ моделирования региональных социально-экономических систем, воспроизводящих условия своего функционирования под воздействием внешней среды, а также разработка и апробация прикладной модели регионального воспроизводственного контура, позволяющей диагностировать состояние и развитие данных систем.

Моделирование регионального воспроизводственного контура предусматривает построение балансовой модели с нелинейными межрыночными взаимосвязями, формируемыми на основе степенных производственных функций и метода Лагранжа, позволяющего имитировать потребительский выбор ресурсов с минимальными затратами и технологическими ограничениями на их взаимозаменяемость.

В статье дано описание математической модели воспроизводственного контура региональной социально-экономической системы, порядок определения ее параметров и результаты ее апробации на основе статистических данных Пермского края. Разработанная модель воспроизводственного контура позволила более точно измерять и анализировать изменение параметров региональной экономики за счет учета территориальных особенностей хозяйствования и комплексного влияния конкуренции, инноваций и инвестиций.

Ключевые слова: региональная экономика; моделирование; воспроизводство; прогнозирование

В условиях рыночных отношений каждый хозяйствующий субъект самостоятельно принимает решения, что многократно усложняет макроэкономическое прогнозирование. Территориальная специфика деятельности этих субъектов, выраженная в региональных особенностях социально-экономических и природно-климатических условий Российской Федерации [17, с. 58; 21;], обуславливает необходимость разработки такого экономико-математического аппарата, который бы повысил точность макроэкономического прогнозирования. В основу такого моделирования может быть положена концепция воспроизводственного контура [27, с. 68–69], в соответствии с которой региональная социально-экономическая система воспроизводит условия своего функционирования при взаимодействии с внешней средой [19, с. 17, 18]. Выделение регионального контура обусловлено тем, что дифференциация природно-климатических условий и потребности регионов в природных ресурсах порождают межрегиональные различия: в структуре промышленности, в уровне цен

на одни и те же блага, в доходности предприятий и инвестиционных потоках. Это дифференцирует процентные ставки банков, объемы кредитования и темпы инфляции в регионах, экономические параметры систем региональных рынков и скорость деловой активности [26]. Внутри региона возможности роста объема спроса и продаж ограничены. Однако межрегиональное взаимодействие их развивает и обеспечивает расширенное производство. Для учета перечисленных территориальных особенностей была разработана балансовая модель регионального воспроизводственного контура (табл. 1). Она отражает хозяйственные взаимосвязи между рынками, образующими логистическую систему товародвижения в регионе [7, с. 62]: 1) инновационных технологий, 2) образовательных услуг, 3) кредитных ресурсов, 4) рекламных услуг, 5) посреднических услуг, 6) трудовых ресурсов, 7) недвижимости, 8) оборудования, 9) сырья и материалов. Столбцы в модели характеризуют j -е рынки-потребители товаров и услуг, а строки – i -е региональные рынки, поставляющие их. В отличие от традиционно используемого межотраслевого балансового метода и его модификаций, применяемых на национальном и региональном уровне [2, с. 154–171; 29], в основу разработанной модели положены не линейные производственные функции с постоянными коэффициентами материальных затрат, а степенные, отражающие нелинейный характер хозяйственных взаимосвязей между предприятиями региональных рынков [12, с. 39]:

$$X_j = A_j \cdot \prod_{i=1}^n x_{ij}^{c_{ij}}, j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где A_j – коэффициент отдачи от масштаба производства товара j ; c_{ij} – коэффициент эластичности производства товара j по ресурсу i ; x_{ij} – количество ресурса i , используемого для производства товара (услуги) j ; X_j – общий объем продаж товара j ; n – количество благ, потребляемых в воспроизводственном процессе.

В разработанной модели регионального контура выполняются условия:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Q_i; i = \overline{1, n}; \quad (2)$$

$$X_j = A_j \prod_{i=1}^n x_{ij}^{c_{ij}}, j = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где Q_i – объем конечного потребления i -го товара (услуги).

Степенные функции предусматривают возможность взаимозамещения ресурсов и применение метода Лагранжа для разработки механизма определения наименее затратной комбинации объемов закупки каждого ресурса исходя из сложившихся показателей эластичности объема производства – c_{ij} и рыночных цен на ресурсы:

$$x_{ij} = \left(\frac{X_j}{A_j} \right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^n c_{ij}}} \cdot \prod_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^n \left(\frac{c_{lj}}{p_l} \cdot \frac{p_i}{c_{ij}} \right)^{\left(-c_{lj} / \sum_{i=1}^n c_{ij} \right)}, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, n}, \quad (4)$$

где p_i – цена i -го товара (услуги).

Поскольку ресурсы могут быть ограниченно взаимозаменяемы, появляется необходимость в ограничении пропорций их взаимозамещения. Для этого в модель вводится механизм учета предельной нормы технологического взаимодополнения ресурсов i и l :

$$\varepsilon_{i,l} = \frac{c_i \cdot x_l}{c_l \cdot x_i} = \frac{p_l}{p_i}. \quad (5)$$

Норма $\varepsilon_{i,l}$ характеризует пропорцию потребления ресурса l в дополнение к единице ресурса i , необходимого для производства единицы блага. При этом затраты на ресурс i и l должны обеспечить одинаковый предельный продукт. Следовательно, технологические пропорции потребления ресурсов позволят определить технологически обоснованные цены. С этой целью для каждого ресурса рассчитывается размер предельного продукта на один рубль рыночной цены:

$$\varphi_i = c_i / (x_i \cdot p_i), \quad i = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Из рассчитанных φ_i выбирается наименьшее, а соответствующая ему рыночная цена – p_φ принимается за основу для определения технологически обусловленных цен, учитывающих коэффициент технологически допустимого взаимозамещения ресурсов – d :

$$p_j^{t2} = p_\varphi \cdot \varepsilon_{\varphi, j} \cdot (1 - d), \quad j = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Выбор такой цены – P_φ объясняется тем, что при участии технологически обусловленных цен в формуле (4) обеспечивается полное соответствие расчетных значений x_{ij} фактическим, т.е. технологическим ограничениям. Затем выполняется расчет x_{ij} по формуле (4). Если рыночная цена окажется выше технологической, то в формуле (4) будет присутствовать рыночная цена, и наоборот.

Такой оптимизационный подход полностью соответствует свойству эволюции социально-экономической системы, предусматривающему взаимную замену ресурсов для их экономии или при невозможности продолжения развития без невозобновляемых ресурсов [1, с. 24].

Сбалансированные объемы регионального производства i -х благ (X_i) определяются в системе уравнений, формируемой путем подстановки правой части (4) в равенство (2) вместо x_{ij} :

$$\left\{ X_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} \left(\frac{X_j}{A_j} \right)^{1/\sum_{i=1}^n c_{ij}} + Q_i, \quad b_{ij} = \prod_{l=1}^n \left(\frac{c_{lj}}{p_l} \cdot \frac{p_i}{c_{ij}} \right)^{\left(-c_{lj} / \sum_{i=1}^n c_{ij} \right)}, \quad i = \overline{1, n} \right. \quad (8)$$

Для нахождения X_i был предложен авторский итерационный метод. В правую часть системы (8) вместо X_j вводятся итоги предыдущей итерации:

Таблица 1

Экономико-математическое представление регионального воспроизводственного контура

Региональный воспроизводственный контур	№	Единицы измерения	Период 1					Период 2					Темп роста			
			Рынки-потребители		Конечное потребление в других регионах	Цена, в руб./ед.	Совокупные продажи	Рынки потребители		Конечное потребление в других регионах	Цена, в руб./ед.	Совокупные продажи	продаж	Соотношение темпов роста цен и продаж		
			1	2				1	2						...	9
Рынок новых технологий	1	кол-во разработок	$qP_{1,1}$	$qP_{1,2}$	$qP_{1,9}$	$Q_{1,1}$	-	$X_{1,1}$	$P_{1,1}$	$qP_{1,1}$	$qP_{1,2}$	$qP_{1,9}$	-	-	-	-
	2	кол-во учебных человеко-часов	$q_{1,2,1}$	$q_{1,2,2}$	$q_{1,2,9}$	$Q_{1,2}$	-	$X_{1,2}$	$P_{1,2}$	$q_{1,2,1}$	$q_{1,2,2}$	$q_{1,2,9}$	-	-	-	-
	6	коэффициент	$C_{1,6,1}$	$C_{1,6,2}$	$C_{1,6,9}$	-	-	-	-	$C_{2,6,1}$	$C_{2,6,2}$	$C_{2,6,9}$	-	-	-	-
	7	коэффициент	$C_{1,7,1}$	$C_{1,7,2}$	$C_{1,7,9}$	-	-	-	-	$C_{2,7,1}$	$C_{2,7,2}$	$C_{2,7,9}$	-	-	-	-
	8	коэффициент	$C_{1,8,1}$	$C_{1,8,2}$	$C_{1,8,9}$	-	-	-	-	$C_{2,8,1}$	$C_{2,8,2}$	$C_{2,8,9}$	-	-	-	-
	9	коэффициент	$C_{1,9,1}$	$C_{1,9,2}$	$C_{1,9,9}$	-	-	-	-	$C_{2,9,1}$	$C_{2,9,2}$	$C_{2,9,9}$	-	-	-	-
	7	млн руб.	$u_{1,7,1}$	$u_{1,7,2}$	$u_{1,7,9}$	$U_{1,7,0}$	-	$U_{1,7,9}$	-	$u_{2,7,1}$	$u_{2,7,2}$	$u_{2,7,9}$	$U_{2,7,0}$	-	-	-
	-	...	-	-	-	-
	9	млн руб.	$u_{1,9,1}$	$u_{1,9,2}$	$u_{1,9,9}$	$U_{1,9,0}$	-	$U_{1,9,9}$	-	$u_{2,9,1}$	$u_{2,9,2}$	$u_{2,9,9}$	$U_{2,9,0}$	-	-	-
Итого инвестиций						-		-	$U_{2,9,0,1}$	$U_{2,9,0,2}$	$U_{2,9,0,9}$	$U_{2,9,0}$	-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
Итого инвестиций						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-		-					-	-	-	
						-										

$$\left\{ X_i^{k+1} = \sum_{j=1}^n b_{ij} (X_j^k / A_j) / \sum_{i=1}^n c_{ij}, \quad i = \overline{1, n}, \right. \quad (9)$$

где X_i^k и X_j^{k+1} – целое значение X_i при итерации k и $k+1$ соответственно.

На первой итерации вместо X_j^k в систему (8) подставляются объемы прогнозируемого потребительского спроса – Q_p , затем вычисления продолжают до выполнения условия

$$X_i^{k+1} - X_i^k = 0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (10)$$

Если сумма коэффициентов эластичности – $c_{ij} \geq 1$, то условие сходимости данного метода к единому решению выполняется, в противном случае X_i будет увеличиваться до бесконечности. Поэтому X_i нужно ограничить пределом региональной мощности производства блага – X_i^m .

Модель регионального контура состоит из 5 последовательно заполняемых разделов (табл. 1). В разделе «Инновационные преобразования в экономике» учитываются:

Рынок № 1 – «рынок инновационных технологий». В модели указывается количество реализованных по каждому рынку инновационных технологических разработок за период и их средняя цена. Далее оценивается влияние, которое окажут инновации на параметры эластичности в степенной производственной функции – c_{ij} . Такой перерасчет возможен на основе проектных данных об объемах потребления ресурсов. На основе проектной документации определяется потребность в инвестициях для внедрения новых технологий.

Рынок № 2 – «рынок образовательных услуг». Образование влияет на рост производительности труда – показатель степенной эластичности в производственной функции. Для оценки этого влияния был разработан механизм:

$$c_{2,1,j} = c_{1,6,j} - \gamma_j \cdot c_{1,6,j} \cdot (c_{1,2,j} - c_{2,2,j}) / c_{1,2,j}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (11)$$

где $c_{1,6,j}$ и $c_{2,6,j}$ – эластичность объема производства товара j по 6-му ресурсу – труду в фактическом и прогнозируемом периоде, коэф.; $c_{1,2,j}$ и $c_{2,2,j}$ – количество образовательных услуг рынка № 2, предоставленных работникам рынка j в фактическом и прогнозируемом периодах, человеко-часы; γ – эластичность изменения производительности труда по объему образовательных услуг.

Благодаря учету в модели этих рынков можно анализировать перелив человеческого капитала и финансовых ресурсов в инновационную сферу из традиционных экономических секторов, что соответствует современным тенденциям инновационной экономики [22, с. 8].

В разделе модели «Влияние НТР и образования на сферу производства» оценивается влияние научно-технологического развития и образования на сферу производства, что выражается в изменении степенных показателей в производственных функциях. Введение данного раздела в модель обосновывается тем, что внедряемые инновационные компоненты обновляют

производственный аппарат и переводят экономику на качественно новый тип развития, обеспечивая тем самым ее конкурентоспособность и синергетические результаты [13, с. 33; 20, с. 32; 24; 28, с. 82]. Здесь же определяется сумма инвестиций для внедрения технологических инноваций, что позволит решать на основе модели важную народнохозяйственную задачу оценки влияния инвестиций на эффективность использования основного капитала участниками рынков с учетом инновационных изменений [9, с. 324].

Раздел модели «Рыночная и финансовая инфраструктура» содержит результаты работы следующих рынков:

Рынка № 3 – «рынок финансовых услуг». В нем агрегировано рассматриваются поступления и расходы регионального банковского сектора [11]. Для определения потребности системы регионального контура в услугах по кредитованию в модели на основе данных Росстата заполняются строки начиная с «Вклады населения» и заканчивая «Спрос на кредитные ресурсы в регионе». Последняя строка определяется как разница между инвестициями и строкой «Вклады юридических лиц», так как предприятия инвестируют прежде всего за счет прибыли и амортизационного фонда. Строка «Кредитные ресурсы банков» = «Поступления» – «Задолженность по кредитам» – «Итого инвестиций». Она характеризует способность банков к кредитованию в будущем периоде. Под ценой кредитных ресурсов понимается их средняя процентная ставка по региону ($P_{l,3}$).

Рынка № 4 – «рынок рекламных услуг». Количество рекламных услуг (C) за период l по товару (услуге) вида i прогнозируется на основе преобразованной модели Дорфмана-Штайнера (12), которая определяет оптимальные затраты на рекламу исходя из объема спроса на товар предприятий:

$$C_{l,i} = -\varphi_j \cdot P_j \cdot X_{l,j} / (\alpha_j \cdot P_{l,4}), \quad (12)$$

где α_j – ценовая эластичность спроса на товар; φ_j – эластичность спроса по рекламе; $X_{l,j}$ – количество продаж товара (услуги) j ; P_j – цена товара (услуги) j .

Развитие рекламной деятельности увеличивает объемы использования производственных ресурсов и продаж региональных рынков.

Рынка № 5 – «рынок посреднических услуг». Задачей этого рынка является увеличение объема продаж благ за пределами регионального контура, так как внутри него продажи осуществляются при участии маркетинговых служб предприятий. Стоимость посреднических услуг в модели характеризуется величиной посреднической надбавки на единицу блага.

Раздел модели «Хозяйственные взаимосвязи в системе региональных рынков» характеризует по вертикали – потребление товаров и услуг, производимых для промежуточного и конечного потребления: рынком № 6 – «рынок труда», № 7 – «рынок недвижимости», № 8 – «рынок оборудования» и № 9 – «рынок сырья и материалов».

В последнем разделе модели отражается добавленная стоимость, равная сумме фонда оплаты труда, прибыли и амортизации предприятий, а также налоговых отчислений в региональный бюджет в разрезе региональных рынков.

В модели все данные представлены в динамике за два периода. Третий столбец модели – «Темп роста» необходим для выявления рынков, сдерживающих развитие региональной экономики. Такой вывод о рынке оправдан, если темп роста цены превышает темп роста объема продаж. Соотношение этих темпов, умноженное на 100%, показывает, на сколько процентов сложившаяся рыночная цена превышает тот уровень, который должен быть на конкурентном рынке [5, с. 291–298], и служит экономическим обоснованием необходимости принятия мер на региональном уровне по развитию конкуренции.

Для прогнозирования объема спроса в модели регионального контура предложен механизм, учитывающий изменение рыночных цен и влияние рыночной инфраструктуры на конечный спрос j -х товаров или услуг (Q_j):

$$Q_j = d \cdot P_j^{\alpha_1} \cdot (r_{1,4,j} \cdot P_{1,4})^{\alpha_2} \cdot (qt_{1,5,j} \cdot P_{1,5})^{\alpha_3}, \quad (13)$$

где α_1 , α_2 , α_3 – показатели эластичности объема продаж соответственно по цене на продукцию, затратам на рекламу и посреднические услуги.

Исходя из прогноза роста Q_j на основе механизма определения сбалансированных объемов производства и потребления благ (8) – (10) в модели регионального контура определяется прогнозируемый результат функционирования контура в виде изменения совокупного объема продаж товаров и услуг – X , занятости населения и добавленной стоимости под влиянием развития конкурентной среды в системе региональных рынков, а также внедряемых инноваций и капитальных вложений.

Таким образом, модель регионального контура охватывает комплекс основных процессов, протекающих в региональных социально-экономических системах, и развивает эндогенное моделирование данных систем [3].

Расчет модели регионального воспроизводственного контура был экспериментально произведен на основе статистической информации Пермского комитета государственной статистики по предприятиям и секторам экономики Пермского края за 2009 и 2010 годы, на основе которой удалось определить параметры мультипликативных производственных функций (табл. 2). Из-за ограниченной доступности статистических данных были сделаны допущения о том, что в перечень производственных ресурсов включены только наиболее значимые из них, а параметр – A принят равным 1.

В таблице 1 использованы следующие обозначения: X_{12} – количество горношахтного и добывающего оборудования в регионе; X_{13} – амортизация основных фондов предприятия, тыс. руб.; X_{14} – прочие расходы, тыс. руб. Такие же числовые обозначения рынков введены во все последующие таблицы.

В процессе исследования были определены потоки товаров и услуг между 11 региональными рынками. Поскольку модель регионального контура динамическая, данные о региональных объемах продаж и ценах были взяты из статистических публикаций Росстата и Пермьстата за 2009 и 2010 год [6, с. 15–20; 8, с. 14, 15, 32–38; 10, с. 23–24; 14, с. 19–24; 15, с. 16–27; 16, с. 21, 22, 51, 58, 59; 18; 25, с. 14–17]. Расчет модели в исходном виде представлен в табл. 3.

Модели функций производства товаров и услуг

№ п/п	Производственные функции
1	X_1 - Количество инновационных разработок $X_1 = X_6^{0,0595} \cdot X_7^{0,0594} \cdot X_{12}^{0,1308} \cdot X_{13}^{0,1452} \cdot X_{14}^{0,1329} \cdot$
2	X_2 - Количество человеко-часов высшего и среднеспециального образования в регионе $X_2 = X_6^{0,1139} \cdot X_7^{0,0912} \cdot X_{12}^{0,2008} \cdot X_{13}^{0,2228} \cdot X_{14}^{0,204}$
3	X_3 - Сумма кредита, выдаваемая коммерческими банками региона $X_3 = X_6^{0,2155} \cdot X_7^{0,2306} \cdot X_9^{0,1962} \cdot X_{13}^{0,495} \cdot X_{14}^{0,4353}$
4	X_4 - Количество рекламных услуг $X_4 = X_6^{0,1313} \cdot X_7^{0,1487} \cdot X_9^{0,139} \cdot X_{13}^{0,3574} \cdot X_{14}^{0,3103}$
5	X_5 - Количество посреднических услуг $X_5 = X_6^{0,1704} \cdot X_7^{0,1594} \cdot X_9^{0,2495} \cdot X_9^{0,0657} \cdot X_{13}^{0,3826} \cdot X_{14}^{0,4389}$
6	X_6 - Численность трудоспособного населения в региона $X_6 = X_7^{0,254} \cdot X_8^{0,2579} \cdot X_9^{0,2453} \cdot X_{14}^{0,2612}$
7	X_7 - Количество м ² недвижимости, проданной в регионе $X_7 = X_6^{0,0849} \cdot X_8^{0,1564} \cdot X_9^{0,0748} \cdot X_{13}^{0,1959} \cdot X_{14}^{0,2051}$
8	X_8 - Количество стеновых материалов, шт. усл. Кирпича $X_8 = X_6^{0,1344} \cdot X_9^{0,1513} \cdot X_{13}^{0,4226} \cdot X_{14}^{0,4212}$
9	X_9 - Количество тонн бензина в регионе $X_9 = X_6^{0,0986} \cdot X_9^{0,0989} \cdot X_{10}^{0,1508} \cdot X_{13}^{0,2302} \cdot X_{14}^{0,2203}$
10	X_{10} - Количество тонн добытой нефти $X_{10} = X_6^{0,1072} \cdot X_9^{0,1423} \cdot X_{12}^{0,046} \cdot X_{13}^{0,2923} \cdot X_{14}^{0,3183}$
11	X_{11} - Количество тонн калийных удобрений, произведенных в регионе $X_{11} = X_6^{0,1116} \cdot X_9^{0,083} \cdot X_{12}^{0,0707} \cdot X_{13}^{0,2851} \cdot X_{14}^{0,2653}$

Для описания механизма применения модели воспроизводственного контура было выдвинуто несколько предпосылок:

1. Увеличение объема спроса на услуги профессионального образования осуществлялось только участниками рынка бензина.

2. Инвестиции с 2009 по 2010 год осуществлялись только участниками отраслевого рынка калийных удобрений.

Рост потребления услуг профессионального образования увеличивает производительность труда. В 2009 году эластичность производства топлива по

трудозатратам составляла 0,0947 при потреблении услуг профессионального образования в количестве 220000 человеко-часов. В 2010 году потребление услуг возросло до 235109 часов (табл. 3). Для оценки изменения эластичности производства в результате этого была применена формула (11):

$$c_{2,1,j} = c_{1,6,j} - \frac{\gamma_j \cdot c_{1,6,j} \cdot (c_{1,2,j} - c_{2,2,j})}{c_{1,2,j}} = 0,0947 - \frac{0,6212 \cdot 0,0947 \cdot (220000 - 235109)}{220000} = 0,0987.$$

Следовательно, как видно из табл. 3, в 2010 г. коэффициент эластичности производства топлива по труду принял значение 0,0987. Показатели эластичности по другим ресурсам остались неизменны, так как технология производства не менялась.

Инвестиции в горное оборудование для добычи калийной руды в 2010 г. изменили технологию и показатели эластичности производства. Для оценки данных изменений полученная производственная функция была преобразована в логарифмическую форму:

$$X_{11} = X_6^{0,1116} \cdot X_9^{0,083} \cdot X_{12}^{0,0707} \cdot X_{13}^{0,2851} \cdot X_{14}^{0,2653};$$

$$\ln X_{11} - 0,1116 \cdot \ln(X_6) = 0,083 \cdot \ln(X_9) + 0,0707 \cdot \ln(X_{12}) + 0,2851 \cdot \ln(X_{13}) + 0,2653 \cdot \ln(X_{14}).$$

После этого значение показателей эластичности производства по ресурсам (a_i) определяются исходя из технологически обусловленного и функционально описываемого вклада каждого из них в объем производства:

$$\ln X_{11} - 0,1116 \cdot \ln(X_6) = a_9 \cdot \ln(X_9) + a_{12} \cdot \ln(X_{12}) + a_{13} \cdot \ln(X_{13}) + a_{14} \cdot \ln(X_{14});$$

$$\ln X_{11} - 0,1116 \cdot \ln(X_6) = 0,088 \cdot \ln(X_9) + 0,0753 \cdot \ln(X_{12}) + 0,2848 \cdot \ln(X_{13}) + 0,27 \cdot \ln(X_{14});$$

$$\ln X_{11} = X_6^{0,1116} \cdot X_9^{0,088} \cdot X_{12}^{0,0753} \cdot X_{13}^{0,2848} \cdot X_{14}^{0,27}.$$

Полученные значения степенных эластичностей в модели производственной функции калийных удобрений были также учтены в табл. 3 (2010 год).

На следующем этапе определяются показатели рыночной инфраструктуры в разрезе региональных рынков. Первоначально в модели делаются расчеты по рынку финансовых ресурсов для определения возможности инвестирования в инновации. Строка «Вклады населения» за 2010 год рассчитана как сумма ее остатков в 2009 г. и части фонда оплаты труда в 2010 г., сберегаемой в соответствии со средней склонностью к сбережению у населения. Рассмотрим пример расчета вкладов работников сферы научных исследований и разработок:

$$\langle \text{Вклады населения} \rangle = 5394 + 5449 \cdot 0,3183 = 7129 \text{ млн руб.},$$

где 5394 – сумма депозитов работников сектора научных исследований и разработок, млн руб.; 5449 – фонд оплаты труда данных работников, млн руб.;

Рынки-поставщики	№	Условно обозначение	Период – 2010 год										Темп роста		Соотношение темпов роста цен и продаж				
			Рынки-потребители										Цена продаж	Советские пр-ные пр-во					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11	12	13	
Рынок инновационных технологий	1	кол-во патентов	33					458	458	458	14090	16413	16413	600000	109	97	112		
Рынок образовательных услуг	2	часы	220000	220000	220000	220000	220000	220000	220000	220000	2267071	4702180	4702180	35000	100	96	104		
Влияние образования Показатели эластичности производства по ресурсам рынка	6	коэф.	0,0595	0,1139	0,2155	0,1129	0,1708			0,0850	0,1324	0,0987	0,1072	0,1116	-	-	-	-	
	7	коэф.	0,0594	0,0912	0,2306	0,1279	0,1598	0,1563			0,1587	0,1560	-	-	-	-	-	-	
	8	коэф.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9	коэф.	-	-	0,1962	0,1195	0,2462	0,1508	0,0749	0,1493	0,0990	0,1423	0,0879	-	-	-	-	-	
	10	коэф.	0,1308	0,2007	-	-	-	-	-	-	0,1442	-	-	-	-	-	-	-	
	12	коэф.	0,1452	0,2228	0,4950	0,3074	0,3834	-	-	0,1962	0,4193	0,2304	0,2923	0,2847	-	-	-	-	
	13	коэф.	0,1329	0,2040	0,4353	0,3244	0,4409	0,2954	-	0,2055	0,4220	0,2246	0,3182	0,2700	-	-	-	-	
	14	коэф.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Инвестиции в товары и услуги для населения	12	млн руб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	300	-	-	-	
	Итого инвестиций		млн руб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	300	-	-	-	
	Услуг рыночной инфраструктуры	- вклады населения	млн руб.	7129	21972	7986	6278	6111	5394	7667	5435	18995	5860	6751	49746	149324	149324	0,05	100
		- вклады юридических лиц	млн руб.	2156	10010	13706	7354	2156	3240	2197	42409	12787	15909	34426	148506	148506	0,05	100	
		поступления	млн руб.	9285	24128	17996	19984	13465	7350	10907	7632	61404	18647	22659	84171	297829	297829	-	-
		заложенность по кредитам	млн руб.	7513	0	2973	0	5290	0	4312	4644	3715	1868	1868	149	32331	32331	0,20	100
спрос на кредиты в регионе		млн руб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	100	
Рынок кредитных ресурсов		3	млн руб.	1772	24128	15023	19984	8175	7550	6595	2973	57689	16779	20491	84339	265498	265498	0,20	100
Рынок рекламных услуг		4	млн руб.	0,265	0,265	0,530	0,152	0,927	0,000	0,689	1,987	0,133	2,491	49,448	57,000	57,000	-	108	
Рынок посреднических услуг		5	млн руб.	0	0	0	0	0	0	0	106	189982	1028	65732	258600	515448	0,2	100	
Конечный спрос, инт. единицы				16413	4702180	265498	57	515448	57	515448	0	1025834	15	9671	343	7190	-	-	
Продуктовых товаров		Рынок труда	6	чел.	9566	92375	22119	5998	24153	27003	564	72597	2894	18104	-	-	-	275372	115
	Рынок недвижимости	7	м²	9575	9580	44600	17993	12880	193920	0,244	126,543	-	-	-	-	-	1314082	36343	
	Рынок строительных материалов	8	млн шт.	-	-	-	-	-	-	0,244	126,543	-	-	-	-	-	5	132	
	Рынок бумаги	9	тыс. т	-	9	9,75	2074,94	122,16	8,10	1,26	75,02	39,07	2,27	-	-	-	12013	23110	
	Рынок нефти	10	тыс. т	-	-	-	-	-	-	-	12571,32	-	-	-	-	-	343	12914	
	Рынок каменных удобрений	11	тыс. т	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7190	10158	
	Рынок горючеоблагодотного оборудования	12	шт.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	781	10000000	
	Основные фонды	13	млн руб.	5348	5351	6766	9404	6844	15067	441	213470	2672	70834	-	-	-	336197	1	
	Прочие материальные затраты	14	млн руб.	805	805	458	9926	199895	13320	44852	491	113339	17855	19811	-	-	421157	1	
	Совокупный спрос			16413	4702180	265498	57	515448	57	515448	275372	1314082	132	12013	12914	7190	-	-	
	Прибыль	Фонд оплаты труда	млн руб.	0	0	17397	11495	43390	0	1127	44	41477	11262	18899	-	-	-	-	-
		Амортизация	млн руб.	5167	49712	10253	1867	6532	0	28	155	42947	1570	6499	-	-	-	-	
		Налоговые платежи	млн руб.	374	501	640	408	0	1261	40	21628	1458	3948	-	-	-	-	-	
		Итого добавленная стоимость	млн руб.	117	117	110	141	5080	0	398	13	7519	808	2837	-	-	-	-	
Итого добавленная стоимость		млн руб.	5638	50203	28261	14142	50480	0	2814	252	113571	15097	32183	-	-	-	-		

0,3183 – средняя склонность населения к сбережениям, рассчитанная по данным статистики [18, с. 148–170].

Затем определяется значение строки «Вклады юридических лиц» как сумма ее остатка в 2009 г., прибыли за 2010 год и прироста амортизационного фонда с 2009 по 2010 год, что можно проследить на примере рынка банковских услуг:

$$\text{«Вклады юридических лиц»} = 2156 + 7571 + (501 - 218) = 10010 \text{ млн руб.},$$

где 2156 – остаток суммы по строке «Вклады юридических лиц» за 2009 год, млн руб.; 6222 – сумма чистой прибыли банковского сектора региона, млн руб.; 501 и 218 – размер амортизационного фонда за 2009 и 2010 год соответственно, млн руб.

Расчет суммы строки «Спрос на кредиты в регионе» для инвестирования в производство целесообразно продемонстрировать на примере рынка калийных удобрений:

$$\begin{aligned} \text{«Спрос на кредиты в регионе»} &= \text{«Итого инвестиций»} - \\ \text{«Вклады юридических лиц»} &= 300 - 15909 = -15609 \text{ млн руб.}, \end{aligned}$$

где 300 и 15909 – величина инвестиций и банковских вкладов продавца на монопольном рынке калийных удобрений Пермского края, млн руб.

Полученное отрицательное значение свидетельствует о нулевой потребности в кредитовании, что соответствующим образом учтено в табл. 3.

На завершающем этапе рассчитывается сумма по строке «Кредитные ресурсы банков». Методику ее расчета также рассмотрим на примере рынка калийных удобрений:

$$\begin{aligned} \text{«Кредитные ресурсы банков»} &= \text{«Поступления»} - \text{«Задолженность по кредитам»} - \\ \text{«Итого инвестиций»} &= 22659 - 1868 - 300 = 20491 \text{ млн руб.} \end{aligned}$$

Как видно из табл. 3, расчеты финансовых потоков ведутся в разрезе рынков, что позволяет определить рынки, обеспечивающие наибольший приток денежных средств в банковский сектор.

Объем спроса на рекламные услуги определяется на основе применения формулы (12), что может быть продемонстрировано на примере рынка стеновых материалов Пермского края:

$$C_{i,i} = -\varphi_j \cdot P_j \cdot X_{i,j} / (\alpha_j \cdot P_{i,A}) = -1,84_j \cdot 6,66 \cdot 131814411 / (-1,078 \cdot 754,79) = 1987000 \text{ (сообщц.)},$$

где (-1,078) – ценовая эластичность спроса на товар, скорректированная с учетом темпа инфляции; 1,84 – эластичность спроса стеновых материалов по количеству рекламных сообщений; 131814411 – количество штук условных кирпичей, реализуемых в 2010 г.; 6,66 – цена одного условного кирпича; 754,79 – средняя цена одного рекламного сообщения в Пермском крае.

Объем спроса на услуги посреднических организаций определяется опытно-статистическим путем по предыдущим периодам в виде доли от объема конечной продукции, произведенной рынком. Это обусловлено

отсутствием возможности установить функциональную связь между объемами продаж производителей и посредников. Анализ статистических данных за 2008 и 2009 год свидетельствует о том, что доля продаж посредников составляет в среднем: для рынка стеновых материалов – 25%, для рынка топлива – 85%, для рынка нефти – 100%, для рынка калийных удобрений – 90% [18, с. 733–761].

Усиление рекламной активности продавцов на рынке стеновых материалов стимулирует развитие потребительского спроса в следующем периоде воспроизводственного цикла. Оценка такого изменения осуществлялась по формуле (13), регрессионные параметры которой были определены на основе ежемесячных данных о совокупных объемах продаж продукции конечным потребителям рынка стеновых материалов, о расходах на рекламу и посреднические услуги по этому рынку за период с 2008 по 2010 год. В результате функция потребительского спроса для рынка стеновых материалов приняла вид:

$$Q_8 = 0,20805 \cdot P_8^{-0,3593} \cdot (r_{2,4,8} \cdot P_{2,4})^{0,0057} \cdot (qt_{2,5,8} \cdot P_{2,5})^{1,0679}.$$

Ее применение позволило спрогнозировать рост конечного спроса на стеновые материалы на 3 млн шт. условного кирпича, что неминуемо должно было бы вызвать в Пермском крае увеличение спроса на промежуточные товары и услуги вдоль цепи смежных технологически взаимосвязанных рынков и, как следствие, увеличение их совокупных объемов продаж. Росту объемных показателей деятельности региона также поспособствовали ранее указанные инвестиции в горнодобывающую промышленность. Прогнозируемый по модели регионального воспроизводственного контура синергетический результат совместной реализации рекламных, инновационных и инвестиционных решений выразился в увеличении занятости и продаж товаров внутри региона (табл. 4).

Таблица 4

**Прогнозируемое увеличение занятости и объемов продаж
на рассматриваемых рынках Пермского края**

Наименование рынка	2009	2010	Относительный прирост совокупного объема продаж, %
Рынок труда, число трудоустроенных	240407	275372	+14
Рынок недвижимости, м ²	1093100	1314082	+20
Рынок стеновых материалов, млн шт. усл. кирп.	109	132	+21
Рынок бензина, тыс. т	11338	12013	+6
Рынок нефти, тыс. т	12106	12914	+7
Рынок минеральных удобрений, тыс. т	4715	7190	+52

Параметры сбалансированных хозяйственных взаимосвязей при этом определялись на основе механизма (8) – (10) исходя из построенных произ-

водственных функций и эластичности технологического взаимозамещения ресурсов друг другом.

Таким образом, модель воспроизводственного контура в отличие от межотраслевого балансового метода позволяет прогнозировать параметры региональной социально-экономической системы с учетом территориальных особенностей экономической деятельности, конкурентных, инновационных и инвестиционных процессов, а также самостоятельного поведения хозяйствующих субъектов на рынке, минимизирующих свои затраты. В ней реализован кластерный подход, служащий наиболее эффективной формой достижения конкурентоспособности и прогрессивности социально-экономического развития региона [4, с. 11]. Достоинство данной модели в том, что она учитывает современные механизмы социально-экономического саморазвития регионов и позволяет оптимизировать сочетание принципов централизации и децентрализации при распределении налоговых доходов и разграничении налоговых полномочий [23, с. 56].

Список литературы

1. *Андреева Е.Л., Лосева Е.Ю., Ратнер А.В.* Теоретико-методологические основы оценки влияния внешнеэкономических связей региона на его социально-экономическое развитие / Ин-т экономики УрО РАН. Екатеринбург, 2011. 76 с. [Препринт].
2. *Аношкина Е.Л.* Регионосозидание: институционально-экономические основы: монография. М.: Акад. проект; Гаудеамус, 2006. 304 с.
3. *Барро Р. Дж., Сала-и-Мартин Х.* Экономический рост. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 824 с.
4. *Бочко В.С., Наумов И.В.* Кластерный подход к оценке развития инновационной активности муниципальных образований / Ин-т экономики УрО РАН. Екатеринбург, 2007. 60 с. [Препринт].
5. *Голиченко О.Г.* Национальная инновационная система России: состояние и пути развития. М.: Наука, 2006. 396 с.
6. *Затраты* промышленных предприятий на производство и продажу продукции в 2010 году: аналит. зап. / Пермьстат. Пермь, 2011.
7. *Зуева О.Н.* Логистическое функционирование домашних хозяйств. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2007. 254 с.
8. *Наука в Пермском крае: стат. сб.* / Пермьстат. Пермь, 2012.
9. *Научные труды:* Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН / гл. ред. А.Г. Коровкин. М.: МАКС Пресс, 2005. 520 с.
10. *Об использовании* ресурсов топлива и теплотенергии хозяйствующих субъектов Пермского края на производственные нужды и отпуск населению в 2010 году: информ.-аналит. зап. / Пермьстат. Пермь, 2011.
11. *Орлов С.Н.* Экономика и банковская система региона. М.: ЗАО «Издательство “Экономика”», 2004. 302 с.
12. *Оценка и прогноз* социально-экономических последствий технологического развития Урала / Ин-т экономики УрО РАН. Екатеринбург, 2004. 267 с.
13. *Попов Е.В., Баскакова И.В., Симахина М.О.* Корпоративное знание как

фактор инновационного развития фирмы / Ин-т экономики УрО РАН. Екатеринбург, 2008. 90 с. [Препринт].

14. *Потребительский рынок Пермского края. Ценовая динамика. 1 квартал 2010 года: стат. бюл. / Пермьстат. Пермь, 2010.*

15. *Потребительский рынок Пермского края. Ценовая динамика. 1 квартал 2011 года: стат. бюл. / Пермьстат. Пермь, 2011.*

16. *Промышленное производство Пермского края. 2011: стат. сб. / Пермьстат. Пермь, 2011.*

17. *Регион в новой парадигме пространственной организации России / под ред. А.И. Татаркина; РАН УрО, Ин-т экономики. М.: ЗАО «Издательство “Экономика”», 2007. 751 с.*

18. *Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011: стат. сб. / Росстат. М., 2011.*

19. *Саморазвивающиеся социально-экономические системы: теория, методология, прогнозные оценки: в 2 т. / под общ. ред. А.И. Татаркина. М.: ЗАО «Издательство “Экономика”»; Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2011. Т. 1. 308 с.*

20. *Серков Л.А. Синергетические аспекты моделирования социально-экономических процессов / Ин-т экономики УрО РАН. Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2008. 216 с.*

21. *Сидорова Е.Н., Татаркин Д.А. Управление финансовыми потоками саморазвивающихся территорий: воспроизводственный подход / Ин-т экономики УрО РАН. Екатеринбург, 2010. 122 с.*

22. *Суховой А.С., Голова И.М. Теоретико-методологические аспекты управления инновационным климатом в регионе / Ин-т экономики УрО РАН. Екатеринбург, 2009. 51 с. [Препринт].*

23. *Татаркин Д.А., Сидорова Е.Н., Анимица П.Е., Котляров М.А. Налоговый федерализм: новые взгляды в условиях формирования саморазвивающихся территорий / УрО РАН. Екатеринбург, 2010. 89 с.*

24. *Фоломьев А. Обоснование инновационного типа воспроизводства // Экономист. 2005. №8. С. 40–45.*

25. *Цены на рынке производителей промышленных товаров Прикамья за 1 квартал 2010 года: стат. бюл. / Пермьстат. Пермь, 2010.*

26. *Чернова С.А., Алиева М.Ю. Принципы и факторы конкурентоспособности региональных коммерческих банков // Междунар. бух. учет. 2014. № 3. С. 45–54.*

27. *Экономико-математический энциклопедический словарь / гл. ред. В.И. Данилов-Данильян. М.: Большая Рос. энцикл.; «ИНФРА-М», 2003. 688 с.*

28. *Экономико-технологическое развитие: методология диагностики и прогнозирования / А.И. Татаркин, О.А. Романова, А.В. Гребенкин, В.В. Акбердина. М.: Наука, 2011. 398 с.*

29. *Яременко Ю.В. Теория и методология исследования многоуровневой экономики. М.: Наука, 2000. 400 с.*

Получено 01.11.2015

References

1. Andreeva, E.L., Loseva, E.Yu. and Ratner, A.V. (2011), *Teoretiko-metodologicheskie osnovy otsenki vliyaniya vneshneekonomicheskikh svyazei regiona na ego sotsial'no-ekonomicheskoe razvitiye* [Theoretical and methodological estimations of the impact of foreign economic relations of the region on its economic and social development], Institute of Economics, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.
2. Anoshkina, E.L. (2006), *Regionosozidanie: institutsional'no-ekonomicheskie osnovy* [Creation Region: institutional and economic basics], Akademicheskii proekt; Gaudeamus, Moscow, Russia.
3. Barro, R. Dzh. and Sala-i-Martin, Kh. (2010), *Ekonomicheskii rost* [The economic growth], BINOM. Laboratoriya znaniy, Moscow, Russia.
4. Bochko, V.S. and Naumov, I.V. (2007), *Klasternyi podkhod k otsenke razvitiya innovatsionnoi aktivnosti munitsipal'nykh obrazovaniy* [The cluster approach to the estimation of the development of innovative activity of municipalities], Institute of Economics, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.
5. Golichenko, O.G. (2006), *Natsional'naya innovatsionnaya sistema Rossii: sostoyanie i puti razvitiya* [National Innovation System of Russia: its state and ways of development], Nauka, Moscow, Russia.
6. *Zatraty promyshlennyykh predpriyatij na proizvodstvo i prodazhu produktsii v 2010 godu* [The costs of industrial enterprises for the production and sale of products in 2010] (2011), Federal State Statistics Service in Perm Krai, Perm, Russia.
7. Zueva, O.N. (2007), *Logisticheskoe funktsionirovanie domashnikh khozyaistv* [Logistical functioning of households], Izdatel'stvo Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta, Ekaterinburg, Russia.
8. *Nauka v Permskom krae* [Science in Perm Krai] (2012), Federal State Statistics Service in Perm Krai, Perm, Russia.
9. Korovkin, A.G. (ed.) (2005), *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN* [Publications: Institute of Economic Prospective of the Russian Academy of Sciences], MAKS Press, Moscow, Russia.
10. *Ob ispol'zovanii resursov topliva i teploe'nergii xozyajstvuyushhix sub"ektov Permskogo kraya na proizvodstvennye nuzhdy i otpusk naseleniyu v 2010 godu* [On the use of fuel and heat resources of business entities of Perm Krai for production needs and delivery to the households in 2010] (2011), Federal State Statistics Service in Perm Krai, Perm, Russia.
11. Orlov, S.N. (2004), *Ekonomika i bankovskaya sistema regiona* [The economy and the banking system of a region], ZAO Izdatel'stvo "Ekonomika", Moscow, Russia.
12. *Otsenka i prognoz sotsial'no-ekonomicheskikh posledstviy tekhnologicheskogo razvitiya Urala* [Estimation and forecast of socio-economic consequences of technological development of the Ural area] (2004), Institute of Economics, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.
13. Popov, E.V., Baskakova, I.V. and Simakhina, M.O. (2008), *Korporativnoe znanie kak faktor inno-vatsionnogo razvitiya firmy* [Corporate knowledge as a factor of innovation development of the company], Institute of Economics, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.

14. *Potrebitel'skij rynek Permskogo kraja. Cenovaya dinamika. 1 kvartal 2010 goda* [The consumer market of Perm Krai. Price dynamics. 1st quarter of 2010] (2010), Federal State Statistics Service in Perm Krai, Perm, Russia.

15. *Potrebitel'skij rynek Permskogo kraja. Cenovaya dinamika. 1 kvartal 2011 goda*. [The consumer market of Perm Krai. Price dynamics. 1st quarter of 2011], (2011), Federal State Statistics Service in Perm Krai, Perm, Russia.

16. *Promyshlennoe proizvodstvo Permskogo kraja. 2011* [Industrial production of Perm Krai. 2011] (2011), Federal State Statistics Service in Perm Krai, Perm, Russia.

17. Tatarkin, A.I. (ed.) (2007), *Region v novoi paradigme prostranstvennoi organizatsii Rossii* [A region in a new paradigm of the spatial organization of Russia], ZAO Izdatel'stvo "Ekonomika", Moscow, Russia.

18. *Regiony Rossii. Social'no-e'konomicheskie pokazateli. 2011* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2011] (2011), Federal State Statistics Service, Moscow, Russia.

19. Tatarkin, A.I. (ed.) (2011), *Samorazvivayushchiesya sotsial'no-ekonomicheskie sistemy: teoriya, metodologiya, prognoznye otsenki. Tom 1* [The self-developing socio-economic systems: theory, methodology, prognosis. Vol. 1], ZAO Izdatel'stvo "Ekonomika", Moscow, Institute of Economics, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.

20. Serkov, L.A. (2008), *Sinergeticheskie aspekty modelirovaniya sotsial'no-ekonomicheskikh protsessov* [Synergistic aspects of modeling of socio-economic processes], Institute of Economics, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.

21. Sidorova, E.N. and Tatarkin, D.A. (2010), *Upravlenie finansovymi potokami samorazvivayushchikhsya territorii: vosproizvodstvennyi podkhod* [Management of financial flows of self-developing areas: reproductive approach], Institute of Economics, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.

22. Sukhovei, A.S. and Golova, I.M. (2009), *Teoretiko-metodologicheskie aspekty upravleniya innovatsionnym klimatom v regione* [Theoretical and methodological aspects of investment climate management in a region], Institute of Economics, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.

23. Tatarkin, D.A., Sidorova, E.N., Animitsa, P.E. and Kotlyarov, M.A. (2010), *Nalogovyi federalizm: novye vzglyady v usloviyakh formirovaniya samorazvivayushchikhsya territorii* [Tax federalism: new views under conditions of self-developing areas formation], The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.

24. Folom'ev, A. (2005), "Justification of innovative type of reproduction", *Ekonomist*, no. 8, pp. 40–45.

25. *Ceny na rynke proizvoditelej promyshlennykh tovarov Prikam'ya za 1 kvartal 2010 goda* [Market prices of industrial producers of Perm Krai during 1st quarter of 2010], (2010), Federal State Statistics Service in Perm Krai, Perm, Russia.

26. Chernova, S.A. and Alieva, M.Yu. (2014), "Principles and factors of competitiveness of regional commercial banks", *Mezhdunarodnyi bukhgalterskii uchet*, no. 3, pp. 45–54.

27. Danilov-Danil'yan, V.I. (ed.) (2003), *E'konomiko-matematicheskij e'nciklopedicheskij slovar'* [Economics and mathematics encyclopedic dictionary], Bol'shaya Rossijskaya e'nciklopediya, "INFRA-M", Moscow, Russia.

28. Tatarin, A.I., Romanova, O.A., Grebenkin, A.V. and Akberdina, V.V. (2011), *Ekonomiko-tehnologicheskoe razvitie: metodologiya diagnostiki i prognozirovaniya* [Economic and technological development: methodology of diagnosis and prognosis], Nauka, Moscow, Russia.

29. Yaremenko, Yu.V. (2000), *Teoriya i metodologiya issledovaniya mnogourovnevoi ekonomiki* [The theory and methodology of multilevel economy], Nauka, Moscow, Russia.

FORECASTING THE DEVELOPMENT OF REGIONAL SOCIO-ECONOMIC SYSTEM ON THE BASIS OF ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELLING OF ITS REPRODUCED CONTOUR

Evgeniy E. Zhulanov

Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky ave., Perm, 614990,
Russia

E-mail: zeepstu@yandex.ru

Non-linear nature of the development of the simulated processes of regional socio-economic systems determined by the territorial conditions of activity of economic entities affected by the external environment reveals great interest to the problem of economic-mathematical forecasting of the results of these systems functioning with due regard to these features. The purpose of the article is the development of theoretical background to simulate regional socio-economic systems that reproduce its functioning under the influence of the external environment, as well as the development and approbation of applicable model of regional simulated contour to see the condition and development process of these systems.

The article outlines regional socio-economic system defined as a balanced model with nonlinear relationships of markets which formed with production functions and the Lagrange method simulating consumer choice of resources with minimum costs.

The article presents economic mathematical model of regional reproduction of the contour and the results of its approbation on the basis of statistical data of Perm Krai. It is concluded that the model of contour regional socio-economic system allowed to measure and analyze the integrated impact of competition, introduction of innovations and investments on the results of its interrelated business processes.

Key words: regional economy; modeling; reproduction; prediction