

УДК 332.1:330.43

## МАКРОЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Н.Г. Захарченко, О.В. Дёмина

*Захарченко Наталья Геннадьевна* – кандидат экономических наук, младший научный сотрудник. Институт экономических исследований ДВО РАН, ул. Тихоокеанская, 153, Хабаровск, Россия, 680042. E-mail: zakharchenko@ecrin.ru.

*Дёмина Ольга Валерьевна* – кандидат экономических наук, старший лаборант. Институт экономических исследований ДВО РАН, ул. Тихоокеанская, 153, Хабаровск, Россия, 680042. E-mail: demina@ecrin.ru.

В статье представлена эволюция региональных макроэконометрических моделей. Выделено два типа моделей, которые различаются уровнем сложности аппроксимируемых взаимосвязей – агрегированные и интегрированные. Описан алгоритм создания интегрированных моделей, включающий три этапа. В статье сделан акцент на результатах реализации первого этапа алгоритма – на создании динамического ядра интегрированной модели. Динамическое ядро представлено уравнениями, объединенными в четыре структурных блока – потребления, выпуска, занятости, цен и доходов. На основе многомерного коинтеграционного анализа получены оценки агрегированной модели экономической динамики Хабаровского края. Результаты моделирования обобщены в виде оценок краткосрочных и долгосрочных коэффициентов эластичности, отражающих взаимосвязи региональных макропоказателей.

*Региональная экономика, макроэконометрическая модель, таксономия макроэконометрических моделей, экономическая динамика, коинтеграция, векторная модель коррекции остатков, Хабаровский край.*

Экономические системы на всех уровнях иерархии характеризуются многообразием внутренних и внешних связей. Для комплексного анализа экономических систем требуется адекватный инструментарий, позволяющий отражать сложность исследуемого объекта и одновременно отслеживать изменения базовых макропоказателей. Названным требованиям удовлетворяют макроэконометрические модели, описывающие взаимосогласованное поведение рациональных экономических агентов в контексте общего динамического равновесия [см., напр.: 1; 10; 12–14; 18; 22; 27–29; 31–36; 39]. Ключевая цель моделей данного класса состоит в оценке пер-

спективных траекторий развития экономической системы в различных сценарных условиях.

В данной работе предпринята попытка построения макроэконометрической модели для анализа региональной экономической динамики. Выполненное исследование включало: обобщение опыта разработки региональных макроэконометрических моделей и их классификацию по уровню сложности аппроксимируемых связей, постановку концептуальной региональной макроэконометрической модели, оценку векторной модели коррекции остатков Хабаровского края.

## ОПЫТ РАЗРАБОТКИ РЕГИОНАЛЬНЫХ МАКРОЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Первые масштабные макроэконометрические модели для национальной экономики были созданы в начале 1950-х гг. Общее представление о возможностях адаптации таких моделей к исследованию региональной экономической динамики сформировалось лишь в 1970-х гг. Отставание в развитии макроэконометрических разработок для регионального уровня объяснялось отсутствием единой методологической основы. Одними из первых к перспективам преодоления методологических проблем привлекли внимание Ф.Ж. Адамс, К.Г. Брукинг и Н.Д. Гликман [8]. Они определили и обосновали три принципа построения макроэконометрической модели региональной динамики, которые впоследствии приобрели статус инвариантных. Во-первых, региональная макроэконометрическая модель конструируется как спутник национальной модели в том смысле, что включает в качестве экзогенных переменные, характеризующие уровень экономической активности национальной системы. Во-вторых, в региональной макроэконометрической модели специфика связей объекта с внешним миром отражается посредством использования предпосылки модели экспортной базы о делении производственного сектора на секторы торгуемых и неторгуемых благ. В-третьих, адекватность региональной макроэконометрической модели (как и национальной) оценивается исходя из того, в какой мере модель объясняет реакцию экономических агентов региональной системы на внешние шоки.

Обозначенные принципы послужили «каркасом» для многочисленных эмпирических разработок. Каждая из таких эмпирических разработок характеризуется определенным уровнем компромисса, достигнутым между математической разрешимостью и полнотой описания исследуемого объекта. В самом общем виде можно выделить два типа региональных макроэконометрических моделей, различающиеся уровнем сложности аппроксимируемых взаимосвязей – агрегированные и интегрированные (*табл. 1*).

Таблица 1

Типы региональных макроэконометрических моделей

Тип модели	Уровень сложности аппроксимируемых взаимосвязей	Подход к оценке	Период активного использования
Агрегированная модель	Деление производственного сектора на секторы торгуемых и неторгуемых благ; включение в уравнения динамики сектора торгуемых благ экзогенных факторов, характеризующих уровень экономической активности национальной системы	Оценка систем одновременных уравнений	1970–1980 гг.
Интегрированная модель	То же, что и для агрегированной модели, плюс включение и динамизация структурных оценок региональных таблиц «затраты – выпуск»	Сочетание методов оценки систем одновременных уравнений и балансового моделирования	1980–2000 гг.
		Сочетание методов многомерного коинтеграционного анализа и балансового моделирования	2000 г. – по настоящее время

Источник: составлено авторами.

Ключевая роль в работе с региональными макроэконометрическими моделями отводится вопросам описания производственного сектора. Модели, создаваемые в 1970-е гг., характеризовались сравнительно высоким уровнем агрегирования – их основу составляли уравнения, описывающие динамику двух секторов – торгуемых и неторгуемых благ. Диапазон аналитических возможностей агрегированных моделей ограничивался генерированием временных траекторий реакции базовых макропоказателей региональной системы на различные внешние воздействия. Адекватность той или иной макроэконометрической модели оценивалась на базе сопоставлений ее совокупных мультипликативных эффектов с эффектами балансовой модели. Как правило, последние оказывались значительно выше, что было обусловлено включением большего числа обратных связей.

Дальнейшее развитие макроэконометрических моделей шло по пути синтеза их преимуществ в прогнозировании и объяснении механизмов регионального экономического роста с преимуществами балансовых моделей в формализации межотраслевых отношений. Интеграция стохастической спецификации и структурных оценок таблиц «затраты – выпуск» сопровождалась увеличением размерности модели и в целом модификацией стандартной для систем эконометрических уравнений логической схемы расчетов. В модифицированной схеме акцент сместился с технических вопросов выбора методов эконометрических оценок на содержательные вопросы уста-

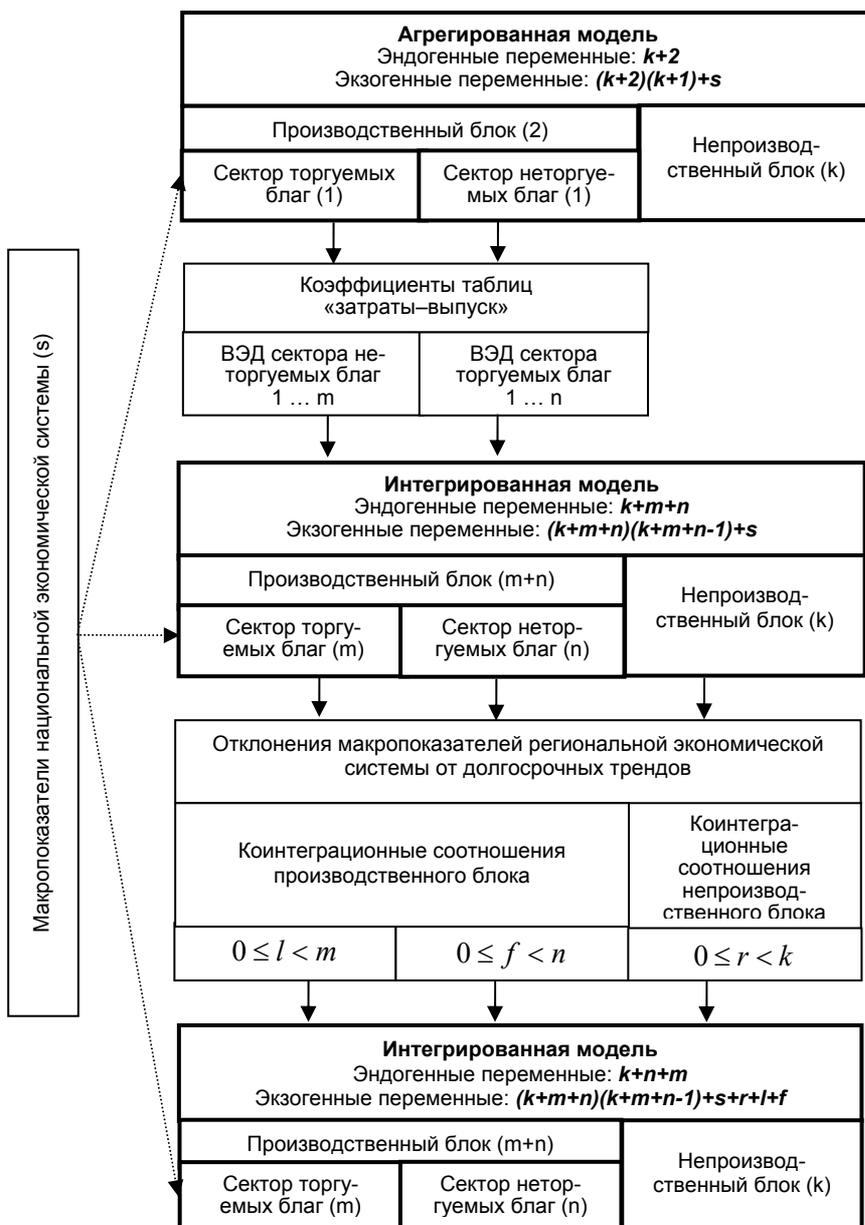


Рис. 1. Таксономия региональных макроэконометрических моделей

*Примечание:* в скобках указано количество переменных соответствующего блока. Количество экзогенных переменных определено путем суммирования переменных каждого уравнения в отдельности без учета возможностей их дублирования в различных уравнениях и лагированного представления.

ВЭД – вид экономической деятельности.

Источник: составлено авторами.

новления отношений доминирования между эконометрическими и структурными оценками и придания последним динамических свойств. Макроэконометрические модели региональной динамики последнего десятилетия сохраняют черты интегрированных разработок, с той лишь разницей, что их оценка осуществляется с использованием современных методов многомерного анализа временных рядов. Такие методы, с одной стороны, предоставляют дополнительные возможности анализа взаимосвязей краткосрочной и долгосрочной динамики региональных макропоказателей, с другой стороны, продуцируют дальнейший рост размерности макроэконометрических моделей. Таксономия макроэконометрических моделей региональной экономической динамики представлена на рисунке 1.

В настоящее время в практике регионального анализа утвердился следующий алгоритм разработки интегрированных моделей [32, р. 33]:

1) формирование вариантов непротиворечивых комбинаций условий, характеризующих взаимосвязи экономической системы региона; оценка и тестирование агрегированных стохастических моделей с различными вариантами спецификации экономических взаимосвязей; выбор на этой основе спецификации, в наибольшей степени отвечающей критериям точности аппроксимации региональной динамики (определение динамического ядра модели);

2) включение выбранного варианта спецификации экономических взаимосвязей в модель общего равновесия, отражающую структурные особенности экономической системы региона (определение структурного ядра модели);

3) определение технического способа решения интегрированной модели региональной экономической динамики.

Данное исследование концентрируется на вопросах разработки динамического ядра региональной интегрированной модели. Необходимым условием конструирования динамического ядра интегрированной модели является определение функциональных ограничений, отражающих характер взаимосвязей различных экономических агентов. Аналитическая аппроксимация данных взаимосвязей выполнена в работе на основе обобщения опыта макроэконометрического моделирования малых открытых экономических систем (табл. 2).

Таблица 2

## Опыт разработки региональных макроэконометрических моделей

Год	Автор и объект исследования	Цель моделирования	Объем выборки и размерность модели
<i>Агрегированные модели</i>			
1975	Ф.Г. Адамс, К.Г. Брукинг, Н.Д. Гликман [8]; США, Миссисипи	Анализ факторов промышленного роста региона и оценка эффектов налоговой политики	1953–1970 гг.; поведенческие уравнения – 29, тождества – 10; ВЭД – 8
1978	Г.Г. Фишкайнд, Ж.У. Миллиман, Р.У. Эллсон [20]; США, Флорида, Гейнсвилл	Оценка эффектов от создания крупного предприятия легкой промышленности и сокращение масштабов деятельности Университета Флориды	1965–1975 гг.; поведенческие уравнения – 31, тождества – 7; ВЭД – 8
1979	П.А. Андерсон [9]; США, зона, объединяющая штаты Миннесота, Монтана, Северная и Южная Дакота, северо-западную часть штата Висконсин и верхний полуостров штата Мичиган	Тестирование гипотез о влиянии национальной экономической системы на формирование региональной динамики	1960–1978 гг.; поведенческие уравнения и тождества – 5; агрегированный производственный сектор
1981	К.У. Джефферсон [24]; Великобритания, Северная Ирландия	Прогноз базовых макропоказателей региона, в т. ч. занятости, выпуска промышленного сектора	1959–1979 гг.; поведенческие уравнения – 48, тождества – 25; ВЭД – 4
1985	Б.Д. Соломон, Б.М. Рубин [37]; США, ареал Эвансвилл штатов Индиана и Кентукки	Оценка эффектов от реализации проектов строительства заводов по сжижению угля	1970–1983 гг.; поведенческие уравнения – 45, тождества – 75; ВЭД – 11
<i>Интегрированные модели</i>			
1979	В.Р. Маки [25]; США, Миннесота	Прогноз региональных макропоказателей в условиях развития медно-никелевой промышленности	1970–1976 гг.; поведенческие уравнения и тождества – н. д.; ВЭД – 55
1980	Дж. Трейз, Э.Ф. Фриндлендер, Б.Х. Стивенс [38]; США, Массачусетс	Оценка влияния налоговой политики на численность занятых в регионе	1954–1975 гг.; поведенческие уравнения и тождества – н. д.; ВЭД – 23
1989	М.П. Дреннан [17]; США, Нью-Йорк	Оценка эффектов отраслевых сдвигов и налоговой политики	1958–1986 гг.; поведенческие уравнения – 56, тождества – 66; ВЭД – 53
1990	Р.С. Конвэй [15]; США, Вашингтон	Оценка эффектов от увеличения выпуска аэрокосмической промышленности	1957–1982 гг.; поведенческие уравнения – 123, тождества – 28; ВЭД – 29

Год	Автор и объект исследования	Цель моделирования	Объем выборки и размерность модели
1991	П. Кумс, Д. Олсон, Дж. Мерчант [16]; США, ареал Луисвилл штатов Индиана и Кентукки	Оценка эффектов создания в регионе новых производств и предоставления им налоговых льгот	1975–1988 гг.; поведенческие уравнения и тождества – 100; ВЭД – 31
1998	С. Рей [30]; США, Южная Калифорния, объединяющая округа Сан-Диего, Ориндж, Риверсайд, Сан-Бернардино, Лос-Анджелес, Санта-Барбара, Вентура	Прогноз региональных макропоказателей и оценка эффектов от сокращения государственных расходов на оборону	1969–1988 гг.; поведенческие уравнения и тождества – н. д.; ВЭД – 69
1998	Г.Р. Вест, Р.У. Джексон [40]; 1) Австралия, Квинсленд; 2) США, Огайо	Прогноз региональных макропоказателей (выпуска, занятости и доходов), анализ их связи с макропоказателями национальной экономики	Поведенческие уравнения и тождества – н. д.; ВЭД – 15; поведенческие уравнения и тождества – н. д.; ВЭД – 56
2004	О. Фриц, Р. Курцман, Г. Штрейхер, Г. Закариас [21]; 1) Австрия, Штирия; 2) Австрия, Верхняя Австрия	Оценка эффектов изменений в отраслевой структуре региональной экономики	1) 1976–1999 гг.; поведенческие уравнения – 228, тождества – 42; ВЭД – 36 2) то же, что в 1)
2007	Бауссола М. [11]; Италия, Ломбардия	Сравнительная оценка реакции национального и регионального рынка труда на изменение ВДС секторов товаров и услуг, ставок оплаты труда и производительности факторов	1970–2000 гг.; поведенческие уравнения – 4, тождества – 7; ВЭД – 3
2007	Фаусер С.Г. [19]; Германия, Баден-Вюртемберг, Северный Рейн-Вестфалия, Шлезвиг-Гольштейн	Оценка временных траекторий занятости и нормы безработицы, генерируемых изменением выпуска, относительной цены труда, производительности труда и политикой по стимулированию занятости	1975–2005 гг.; поведенческие уравнения – 6, тождества – 5; ВЭД – 3
2013	Масуман, Ч. Харви [26]; Австралия, Иллаварра	Прогноз численности занятых в регионе	1990–2009 гг.; поведенческие уравнения и тождества – н. д.; ВЭД – 30

*Примечание:* «н. д.» – нет данных; ВЭД – вид экономической деятельности.  
*Источник:* составлено авторами.

## СТРУКТУРА МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ОТДЕЛЬНОГО РЕГИОНА

В модели экономической динамики отдельного региона выделено четыре структурных блока: потребления, выпуска, занятости, цен и доходов. Основные взаимосвязи между блоками отражены на рисунке 2. Специфика представленной модели с точки зрения статистического эксперимента для регионального объекта заключается, во-первых, в делении производственного сектора на секторы торгуемых и неторгуемых благ, во-вторых, в учете в экзогенной форме факторов национальной экономической динамики.

### *Блок потребления*

Блок потребления включает функции потребления домашних хозяйств, инвестиций реального сектора, вывоза и ввоза. Конечное потребление государственного сектора рассматривается как величина экзогенная.

Функция потребления домашних хозяйств базируется на динамической оптимизации полезности в условиях межвременного бюджетного ограничения. Базовыми факторами, определяющими спрос сектора, являются уровень благосостояния, оцениваемый как сумма первичных доходов (текущих и будущих) и финансовых активов, и реальная процентная ставка, от величины которой зависит не только величина финансовых активов, но и предельная склонность к потреблению:

$$C_t = \Omega_t TW_t = f(r_t^L)g(r_t^L, Y_t^C), \quad (1)$$

где  $C_t$  – расходы на потребление домашних хозяйств;  $TW_t$  – благосостояние домашних хозяйств;  $Y_t^C$  – располагаемые доходы домашних хозяйств;  $r_t^L$  – реальная долгосрочная процентная ставка.

Функция инвестиций реального сектора строится как решение задачи максимизации прибыли в условиях совершенной конкуренции, использования технологий, описываемых производственной функцией Кобба – Дугласа, а также выравнивания в долгосрочном периоде инвестиций текущего периода и амортизируемого капитала предыдущего периода. В общей постановке модели уровень инвестиций изменяется прямо пропорционально выпуску и обратно пропорционально относительной стоимости капитала:

$$I_t = h(t)[Y_t / CK_t], \quad (2)$$

где  $I_t$  – инвестиции в основной капитал;  $Y_t$  – объем выпуска;  $CK_t$  – стоимость капитала;  $h(t)$  – функция от времени.

Функция спроса на ввоз соответствует решению так называемой задачи Армингтона, суть которой сводится к максимизации полезности от потребления блага, являющегося композицией двух благ-субститутов – производимого и ввозимого. Из данной задачи следует, что отношение объемов

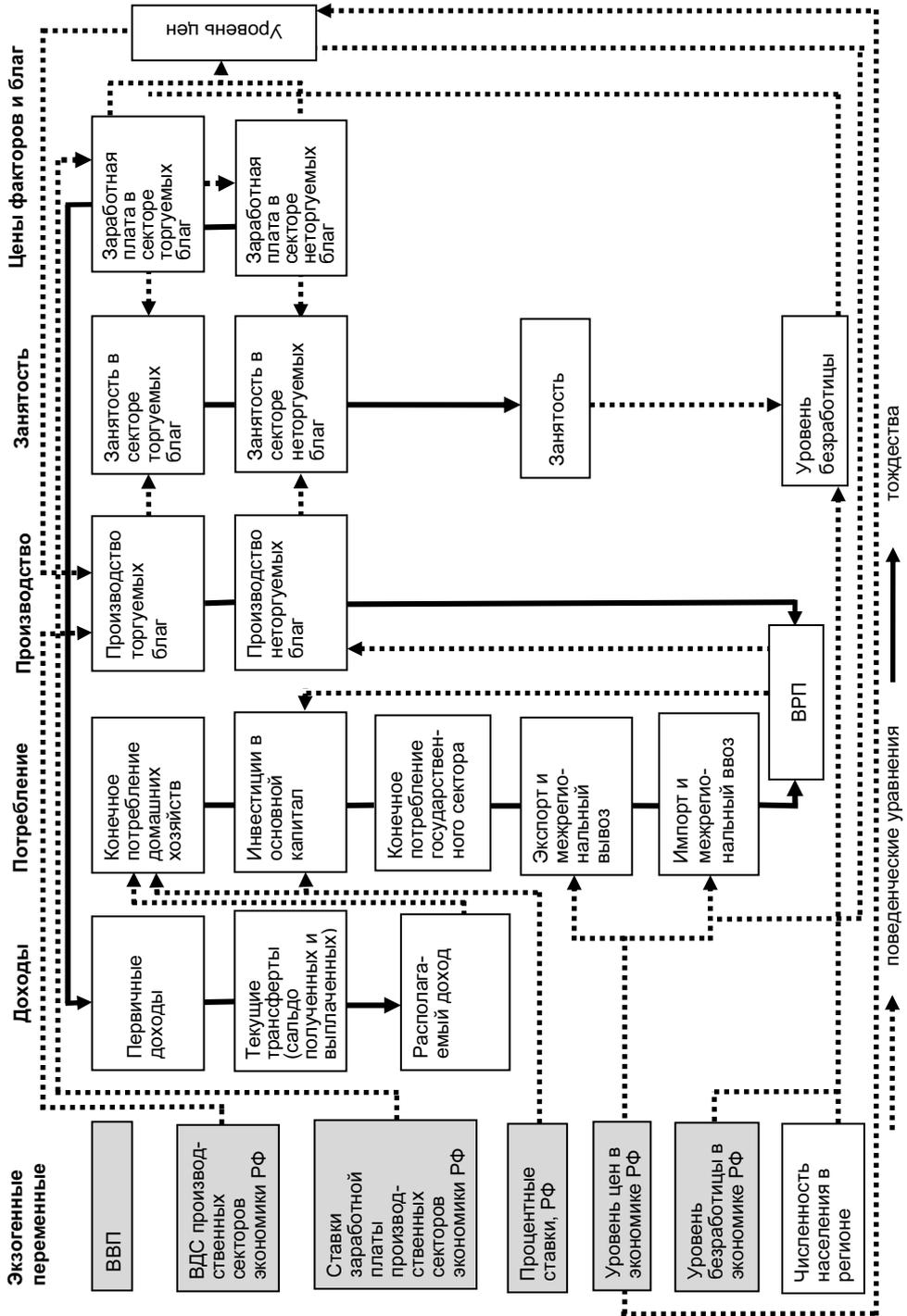


Рис. 2. Структура модели экономической динамики отдельного региона

производимого и ввозимого благ обратно пропорционально отношению цен данных благ:

$$C_i^i / M_i^i = [m]^\sigma [P_i^i / PM_i^i]^\sigma, \quad (3)$$

где  $C_i^i$  – потребление  $i$ -го блага, производимого в регионе;  $M_i^i$  – ввоз  $i$ -го блага;  $P_i^i$  – цена  $i$ -го блага, производимого в регионе;  $PM_i^i$  – цена ввозимого блага  $i$ ;  $\sigma$  – эластичность замены производимого и ввозимого блага;  $m$  – функция пространственных факторов.

Функция предложения вывоза специфицируется аналогично функции спроса на ввоз, с той лишь разницей, что в данном случае задача Армингтона решается не с позиций потребления, а с позиций производства. Естественным условием максимизации прибыли региональных производителей является исследование множества цен торгуемых благ на внутреннем и внешнем рынках:

$$E_i^i / Y_i^i = [n]^\alpha [PE_i^i / P_i^i]^\alpha, \quad (4)$$

где  $Y_i^i$  – региональный выпуск  $i$ -го блага;  $E_i^i$  – вывоз  $i$ -го блага;  $P_i^i$  – цена  $i$ -го блага в регионе;  $PE_i^i$  – цена  $i$ -го блага на внешнем рынке;  $\alpha$  – эластичность трансформации блага, реализуемого в регионе, в благо, реализуемое на внешнем рынке;  $n$  – функция пространственных факторов.

#### *Блок выпуска*

Уровень детализации производственного блока определяется качеством информационного обеспечения. В самом общем виде данный блок представим двумя типами уравнений: первый тип описывает условия производства торгуемых благ, второй – неторгуемых благ.

Уравнения первого типа являются в содержательном смысле производными от функций предложения вывоза и отражают влияние на выпуск торгуемых благ соотношения цен факторов в регионе и национальной экономической системе:

$Y_i^i / Y_i^{RFi} = f(CN_i^i / CN_i^{RFi})$ , или при более высоких степенях свободы:

$$Y_i^i = f(CN_i^i / CN_i^{RFi}) [Y_i^{RFi}]^\beta, \quad (5)$$

где  $Y_i^{RFi}$  – выпуск  $i$ -го блага в национальной экономике;  $CN_i^i$  – региональная ставка заработной платы в секторе  $i$ ;  $CN_i^{RFi}$  – национальная ставка заработной платы в секторе  $i$ ;  $\beta$  – эластичность регионального выпуска в секторе  $i$  по национальному выпуску в аналогичном секторе.

При идентификации данных уравнений особое значение имеет вопрос об измерителе эффектов относительных затрат. В региональных исследованиях решение данного вопроса осуществляется, как правило, в пользу уровня оплаты труда.

Уравнения второго типа характеризуют взаимосвязи между выпуском сектора неторгуемых благ и переменными, отражающими уровень экономической активности в регионе. К числу последних, прежде всего, относятся ВРП, располагаемый доход домашних хозяйств и пр.

*Блок занятости*

Блок занятости включает функции спроса на труд, а также уравнение, описывающее динамику нормы безработицы в регионе. Функции спроса на труд специфицируются аналогично функции инвестиций, но при менее жестких ограничениях на параметры:

$$N_t^i = h(t)[(Y_t^i)^{\gamma_1} / (CN_t^i)^{\gamma_2}], \quad (6)$$

где  $N_t^i$  – занятость в секторе  $i$ ;  $\gamma_1$  – эластичность спроса на труд по выпуску;  $\gamma_2$  – эластичность спроса на труд по ставке заработной платы.

В качестве базовых факторов, определяющих уровень безработицы региональной системы, в агрегированных моделях используются уровень безработицы национальной экономики, занятость и численность населения в региональной экономике. Первая переменная вводится для отражения влияния национального рынка труда на региональный, вторая – для отражения региональных эффектов создания новых рабочих мест, третья – для отражения региональных эффектов роста рабочей силы.

*Блок цен и доходов*

В блоке цен и доходов, прежде всего, специфицируются уравнения, характеризующие условия формирования в регионе цены труда. При этом естественным следствием выделения в производственном секторе секторов торгуемых и неторгуемых благ является построение в иерархической последовательности двух типов уравнений. Ставка заработной платы в секторе торгуемых благ зависит как от региональных, так и от национальных факторов. Первые аппроксимируются уровнем безработицы региональной системы, вторые – уровнем оплаты труда в аналогичном секторе национальной системы. Ставка заработной платы в секторе неторгуемых благ следует динамике оплаты труда в секторе торгуемых благ и в указанном смысле является производным параметром.

В свою очередь цены факторов определяют уровень цен на рынке благ. В общей постановке модели функция цен благ определяется на основе решения оптимизационной задачи минимизации производственных затрат при условии, что в долгосрочном периоде цены сходятся к конкурентному уровню:

$$P_t = Cost_t = \delta_0 CN_t^{\delta_1} CK_t^{\delta_2} A_t, \quad (7)$$

где  $P_t$  – уровень цен в регионе;  $Cost_t$  – предельные производственные затраты;  $\delta_0$  – константа;  $\delta_1$  – эластичность выпуска по труду;  $\delta_2$  – эластичность выпуска по капиталу;  $A_t$  – совокупная факторная производительность.

## ОЦЕНКА АГРЕГИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

### *Метод моделирования и характеристика исходной информации*

На основе представленной схемы взаимосвязей была разработана эконометрическая модель экономики Хабаровского края. На данном этапе анализировалась редуцированная версия модели, предусматривающая агрегированное представление производственного блока.

Поскольку большинство региональных макропоказателей описывается нестационарными временными рядами, для их аппроксимации целесообразно использовать векторную модель коррекции остатков (ВМКО). Такая модель основана на предпосылке о том, что исследуемые нестационарные ряды являются коинтегрированными, т. е. между ними существуют долгосрочные устойчивые взаимосвязи. Поскольку в многомерной системе коинтеграционные векторы статистически не идентифицируются, векторная модель коррекции остатков строится в соответствии с заданными теоретическими предположениями и в сущности является линеаризованной динамической версией модели общего равновесия.

Механизмы динамической корректировки отклонений показателей экономической системы от долгосрочных трендов в рамках ВМКО описываются следующим образом:

$$\Delta \vec{X}_t = \mu + \Gamma_1 \Delta \vec{X}_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta \vec{X}_{t-p+1} + \gamma \beta' \vec{X}_{t-1} + \vec{\varepsilon}_t, \quad (8)$$

где  $\vec{X}_t$  – вектор  $k$  эндогенных переменных модели;  $\Gamma_i$  – матрица размерности  $k \times k$  коэффициентов, характеризующих краткосрочные взаимосвязи между переменными;  $\gamma$  – матрица размерности  $k \times r$  коэффициентов, характеризующих скорость корректировки переменных относительно  $r$  «остатков равновесия»;  $\beta'$  – коинтеграционная (долгосрочная динамическая) матрица размерности  $r \times k$ ;  $r < k - 1$  – ранг коинтеграционной матрицы, соответствующий числу линейно независимых коинтеграционных векторов.

Процесс оценки векторных моделей коррекции остатков структурируется в виде следующих этапов [23, р. 77–96]:

1) определение структуры лагов эндогенных переменных, описывающих краткосрочную динамику экономической системы (максимального порядка в представлении авторегрессии  $p$ );

2) определение ранга коинтеграционной матрицы;

3) оценка коинтеграционных векторов;

4) наложение на коинтеграционные векторы идентифицирующих ограничений, позволяющих выделить из всего множества линейных комбинаций базисных векторов векторы, характеризующие устойчивые взаимосвязи между рядами макропоказателей;

5) оценка векторных моделей коррекции остатков с полученными компонентами коррекции.

Векторная модель для экономики Хабаровского края включает десять эндогенных и четыре экзогенных переменных. Уравнения модели с включением коинтеграционных соотношений (так называемый коинтеграционный блок модели) имеют вид:

$$\Delta \log C_t = \alpha_1 \Delta \log Y_t^P + \sum_{i=2}^4 \alpha_{2i} Spread_{-r_{t-i}} + \alpha_3 UGAP_t + \gamma [\log C - \beta_0 - \beta_1 \log Y^P - \beta_2 r^L]_{t-1},$$

$$\Delta \log I_t = \alpha_1 \Delta \log Y_{t-5} + \alpha_2 \Delta \log CK_{t-1} + \alpha_3 YGAP_t + \gamma [\log I - \beta_0 - \log Y + \log CK]_{t-1},$$

$$\Delta \log N_t = \alpha_1 \Delta \log Y_t + \alpha_2 \Delta \log CN_t + \alpha_3 YGAP_t + \gamma [\log N - \beta_0 - \beta_1 \log Y - \beta_2 \log CN]_{t-1},$$

$$\Delta \log P_t = \sum_{i=1}^2 \alpha_{1i} \Delta \log Cost_{t-i+1} + \alpha_2 \Delta \log P_{t-1}^{RF} + \gamma [\log P - \log Cost]_{t-1}. \quad (9)$$

Выражения в квадратных скобках отражают возможные варианты отклонений эндогенных переменных от долгосрочного динамического равновесия, выражения за пределами квадратных скобок — эффекты влияния на эти переменные факторов краткосрочного характера.

Модель оценивалась на основе квартальных данных с IV квартала 2001 г. по IV квартал 2012 г. (45 наблюдений). Все стоимостные показатели приведены в реальном выражении, базой принят I квартал 2010 г. В качестве основных источников информации использовались официальные данные Федеральной службы государственной статистики и ее территориального подразделения по Хабаровскому краю [3; 6; 7], Центрального банка РФ [2], Инвестиционного холдинга «ФИНАМ» [4].

Описательная статистика для переменных векторной модели коррекции остатков приведена в таблице 3.

Расходы на потребление и среднемесячная заработная плата скорректированы на индекс потребительских цен Хабаровского края. Перманентный располагаемый доход представляет собой средневзвешенную величину ранее полученных располагаемых доходов (усреднение производилось по формуле:

$$y_t^p = \lambda \sum_{\tau=0}^{\infty} (1-\lambda)^\tau y_{t-\tau}, \text{ с весовым коэффициентом } \lambda = 0,5). \text{ Динамика распо-}$$

лагаемых доходов воспроизведена на основе матрицы социальных счетов Хабаровского края 2010 г. и региональных индексов реальных располагаемых доходов. Реальная долгосрочная процентная ставка получена как разность между номинальной долгосрочной процентной ставкой по ГКО-ОФЗ и ожидаемым уровнем инфляции. Для оценки инфляционных ожиданий использовались усредненные за предшествующий год темпы инфляции РФ. Инвестиции в основной капитал — это номинальные инвестиции, скорректированные на индекс цен производителей в строительстве. ВРП по кварталам

восстановлен на основе квартальной динамики ВВП и скорректирован на индекс физического объема ВРП. Реальная долгосрочная процентная ставка по корпоративным ценным бумагам представляет собой разность между доходностью корпоративных облигаций сроком обращения 5 лет и более и ожидаемым темпом инфляции. Производственные затраты являются синтетическим показателем, оцениваемым на основе линеаризованной функции затрат<sup>1</sup>:

$$\log Cost_t = \delta_0 + \delta_1 \log CN_t + \delta_2 \log CK_t - \log A_t \quad (10)$$

Таблица 3

## Описательная статистика переменных ВМКО экономики Хабаровского края

Обозначение в ВМКО	Описание переменной	Среднее значение	Стандартное отклонение	Порядок интегрирования*
<i>Эндогенные переменные</i>				
C	Расходы на потребление (на душу населения)	9049,7	7660,7	I(1)
Y <sup>p</sup>	Перманентный располагаемый доход (на душу населения)	36 548,0	12 561,3	I(1)
r <sup>L</sup>	Реальная долгосрочная процентная ставка	-3,1	2,4	I(1)
I	Инвестиции в основной капитал	19 554,1	19 632,7	I(1)
Y	ВРП	57 365,0	33 681,4	I(1)
СК	Реальная долгосрочная процентная ставка по корпоративным ценным бумагам	-2,0	2,9	I(1)
N	Численность занятых	707,5	15,5	I(1)
CN	Среднемесячная заработная плата	17 180	6528,1	I(1)
P	Индекс потребительских цен	102,8	1,9	I(0)
Cost	Производственные издержки	7115,8	3183,1	I(1)
<i>Экзогенные переменные</i>				
Spread <sub>r</sub>	Разность между номинальными краткосрочной (корпоративной/рисковой) и долгосрочной ставками	1,1	2,4	I(1)
UGAP	Разрыв между фактической и естественной безработицей	1,4	1,7	I(1)
YGAP	Разрыв между фактическим и потенциальным выпуском	2,8	6,6	I(1)
P <sup>RF</sup>	Дефлятор ВВП	114,3	5,7	I(1)

*Примечание:* \*временной ряд  $X_t$  называется интегрированным порядка  $k$  (записывается как  $X_t \sim I(k)$ ), если разности  $k$ -го порядка являются стационарным временным рядом, в то время как разности меньшего порядка (включая нулевой порядок) не являются стационарным временным рядом.

*Источник:* составлено авторами.

<sup>1</sup> В данном случае значения параметров  $\delta_1$  и  $\delta_2$  определялись как усредненные за период 2005–2010 гг. доли первичных доходов труда и капитала в ВРП.

В качестве дополнительных экзогенных переменных, позволяющих повысить точность аппроксимации динамики региональных макропоказателей, в ВМКО введены разность между краткосрочными и долгосрочными процентными ставками (для отражения эффекта замещения между текущим и будущим потреблением), разрыв между фактической и естественной безработицей (для отражения эффекта ограниченной ликвидности), разрыв между фактическим и потенциальным выпуском (для отражения эффекта изменений в коэффициенте использования ресурсов), дефлятор ВВП (для отражения эффекта влияния на региональную систему уровня цен в РФ). В расчетах использованы оценки естественной нормы безработицы, полученные Р.И. Капелюшниковым [5], и оценки потенциального выпуска, полученные на основе производственной функции Кобба – Дугласа в предположении полного использования ресурсов.

*Результаты моделирования*

Результаты тестирования числа коинтеграционных соотношений в представленной системе экономических переменных обобщены в таблице 4.

*Таблица 4*

**Результаты тестирования ранга коинтеграционной матрицы**

Спецификация ВМКО (структура лагов)	Ранг коинтеграционной матрицы по статистике следа	Ранг коинтеграционной матрицы по статистике максимального собственного значения
<b>ВМКО без учета сезонных колебаний</b>		
ВМКО (0)	2	3
ВМКО (1)	4	4
<b>ВМКО с центрированными сезонными фиктивными переменными, но без экзогенных переменных, указанных в таблице 3</b>		
ВМКО (0)	4	3
ВМКО (1)	5	3
<b>ВМКО по данным, скорректированным на сезонность</b>		
ВМКО (0)	4	3
ВМКО (1)	5	3

*Примечание:* все значения статистик соответствуют ситуации, когда в структуре рядов имеется линейный тренд и в коинтеграционные соотношения включаются константа и тренд.

*Источник:* расчеты авторов.

Оценки ранга коинтеграционной матрицы неоднозначны, но в целом подтверждают существование в экономической системе Хабаровского края долгосрочных динамических соотношений, общее число которых может варьировать от двух до пяти. В выборе итоговой спецификации региональной ВМКО решающая роль отводится содержательному анализу оцениваемых параметров. Наиболее удачные варианты спецификации с наложением

дополнительных ограничений на коинтеграционные векторы представлены в таблице 5. Заметим, что в каждом варианте ВМКО оценивается более 100 параметров, в связи с чем в результатах указаны лишь оценки уравнений для эндогенных переменных коинтеграционного блока модели, т. е. порождающих необходимую инерцию в системе.

Таблица 5

**Оценка ВМКО для экономики Хабаровского края**

Общая характеристика ВМКО	Ранг коинтеграции	Вид уравнений коинтеграционного блока*	R <sup>2</sup> , %
ВМКО (1) по данным, скорректированным на сезонность	4	$\Delta \log C_t = -2,99 - 0,55 \Delta \log C_{t-1} + 0,53 \Delta \log CN_{t-1} + 0,36 \Delta \log P_{t-1}^{RF} - 0,39[\log C - 0,47 \log Y^P + 0,03 r^L - 0,06 t - 2,26]_{t-1}$ [-2,14] [-2,98] [2,59] [2,22] [-2,30] [-11,93] [10,04] [-21,57]	71,8
		$\Delta \log I_t = 6,46 - 0,94 \Delta \log P_{t-1}^{RF} - 0,01[\log I - \log Y + CK - 1,35]_{t-1}$ [1,95] [-1,93] [-1,90]	68,1
		$\Delta \log N_t = 0,11 \Delta \log Y_{t-1}^P + 0,002 YGAP_t - 0,45[\log N - 0,16 \log Y + 0,08 \log CN - 5,59]_{t-1}$ [2,00] [3,46] [-4,67] [-3,09] [4,35]	61,2
		$\Delta \log P_t = -0,69 \Delta \log P_{t-1} + 0,002[\log P - \log Cost + 0,05 t + 3,01]_{t-1}$ [-3,60] [0,11] [16,19]	59,2
ВМКО (1) по данным, скорректированным на сезонность	3	$\Delta \log C_t = 0,1 - 0,63 \Delta \log C_{t-1} + 0,43 \Delta \log CN_{t-1} - 0,33[\log C - 0,86 Y^P + 0,03 r^L - 0,06 t - 2,93]_{t-1}$ [-2,06] [-3,81] [2,71] [-2,18] [-6,43] [7,53] [-22,03]	86,4
		$\Delta \log I_t = 0,009 YGAP_t + 0,61(\log Y_{t-1} - \log Y_{t-5}) - 0,01[\log I - \log Y + CK - 0,33 t - 10,85]_{t-1}$ [1,87] [1,97] [-1,85] [-3,10]	90,1
		$\Delta \log N_t = 0,001 YGAP_t + 0,06 \Delta \log Y_{t-1} + 0,06 \Delta \log P_{t-1} - 0,32[\log N - 0,09 \log Y + 0,06 CN - 6,19]_{t-1}$ [3,80] [2,01] [1,99] [-4,69] [-1,99] [3,63]	59,8
ВМКО (0) с сезонными фиктивными переменными	3	$\Delta \log C_t = 0,08 - 0,40 d_1 - 0,18 d_2 - 0,24 d_3 - 0,58[\log C - 0,43 Y^P + 0,006 r^L - 0,06 t - 2,78]_{t-1}$ [6,59] [-10,15] [-4,16] [-6,57] [-4,71] [-5,51] [1,27] [-23,50]	85,6
		$\Delta \log I_t = 0,08 - 1,04 d_1 - 0,08[\log I - \log Y + CK + 0,08 t - 5,75]_{t-1}$ [2,88] [-12,27] [-2,33] [-11,10]	89,9
		$\Delta \log N_t = 0,01 d_1 + 0,01 d_3 - 0,19[\log N - 0,33 \log Y + 0,10 CN + 0,01 t - 4,12]_{t-1}$ [2,08] [2,82] [-2,71] [-6,93] [4,93] [4,84]	46,2

Примечание: \* для каждого коэффициента в квадратных скобках указана t-статистика.  
Источник: расчеты авторов.

Обобщением результатов параметризации ВМКО является ограничение на ранг коинтеграционной матрицы, поскольку в исследуемой системе переменных лишь три долгосрочных соотношения подтверждают свою статистическую значимость. К соотношениям, управляющим динамическим поведением региональных макропоказателей, относятся уравнения расходов на потребление (первое коинтеграционное соотношение), инвестиций в основной капитал (второе коинтеграционное соотношение) и спроса на труд (третье коинтеграционное соотношение).

Наиболее точной из представленных является векторная модель коррекции остатков первого порядка, оцененная по сезонно сглаженным данным. Она достаточно хорошо воспроизводит сложную динамику основных макропоказателей региональной системы (ошибка аппроксимации временных рядов составляет в среднем 3,8%) (рис. 3).



Рис. 3. Фактические и расчетные ряды данных по ВРП и численности занятых

Коинтеграционные соотношения данной векторной модели, демонстрирующие отклонения региональных макропоказателей от долгосрочных траекторий, представлены на рисунке 4. Оценки значимости представленных «остатков равновесия» в формировании динамики исследуемых эндогенных переменных обобщены в таблице 6.

Среди эндогенных переменных две переменные, отражающие цену капитала, имеют нулевые параметры коррекции, что характеризует их как индифферентные к колебаниям региональных макропоказателей.

Отрицательные параметры коррекции в уравнениях, описывающих динамику расходов на потребление, инвестиций в основной капитал и спроса на труд, свидетельствуют в пользу устойчивости региональной экономической си-

стемы к внешним воздействиям<sup>1</sup>. В силу существования инвестиционных лагов наименьшая скорость корректировки свойственна функции инвестиций.



Рис. 4. Коинтеграционные соотношения региональной векторной модели

Таблица 6

Параметры коррекции региональной векторной модели

Эндогенная переменная	Расходы на потребление	Инвестиции в основной капитал	Спрос на труд
Расходы на потребление	-0,33*	0,00	0,00
Инвестиции в основной капитал	0,00	-0,01*	0,00
Занятость	0,00	0,00	-0,32*
Среднемесячная заработная плата	0,01	0,00	0,21*
Располагаемый доход	-0,01	0,03*	0,13
Производственные затраты	-0,01	-0,01	0,57*
ВРП	0,03*	-0,01	0,51
Индекс потребительских цен	0,01*	0,00	0,11*

Примечание: \*значимость на уровне 5%.  
 Источник: расчеты авторов.

<sup>1</sup> Под устойчивостью экономической системы понимается способность системы, выведенной из состояния равновесия, вновь к нему вернуться. В свою очередь, следуя терминологии, предложенной Д. Сарганом [34], под состоянием равновесия экономической системы понимается совпадение в долгосрочной перспективе фактических и оцененных по коинтеграционным соотношениям рядов эндогенных макропоказателей.

Кроме того, на основе представленных оценок можно заключить, что равновесное уравнение потребления значимо вносит вклад в краткосрочную динамику ВРП и индекса потребительских цен, равновесное уравнение инвестиций – в динамику располагаемых доходов, равновесное уравнение спроса на труд – в динамику заработной платы, производственных затрат и индекса потребительских цен.

В целом постановка ВМКО, соответствующая предпосылке о том, что динамика региональных макропоказателей описывается как факторами краткосрочной природы, так и «остатками равновесия», позволяет оценить две группы коэффициентов эластичности – краткосрочных и долгосрочных. Статистически значимые оценки отражены в таблице 7.

Таблица 7

**Коэффициенты эластичности региональной векторной модели**

Коэффициент эластичности		Краткосрочный период	Долгосрочный период
Эндогенная переменная	Экзогенная переменная		
Расходы на потребление	Располагаемый доход	...	0,86
	Процентная ставка	...	-0,03*
	Заработная плата	0,43	1,30
Инвестиции в основной капитал	Разрыв между фактическим и потенциальным выпуском	0,009*	0,9*
Спрос на труд	Разрыв между фактическим и потенциальным выпуском	0,001*	0,003*
	ВРП	0,06	0,09
	Заработная плата	...	-0,06
	Индекс потребительских цен	0,06	0,19

*Примечание:* \*квазиэластичность; ... – явление отсутствует.

*Источник:* расчеты авторов.

Полученная в работе система оценок краткосрочных и долгосрочных эластичностей региональной экономики может быть положена в основу исследований динамических эффектов шоковых воздействий на экономику региона.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На сегодняшний день наиболее широкие возможности исследования экономической динамики региональных систем предоставляют макроэконометрические модели интегрированного типа, сочетающие технику эконометрического и балансового анализа. Разработка интегрированной модели предполагает определение, во-первых, динамического ядра, форма-

лизующего взаимосвязи базовых макропоказателей региональной системы, во-вторых, структурного ядра, характеризующего в детализированном виде межотраслевые взаимодействия, в-третьих, технических возможностей «расшивки» динамического ядра за счет включения структурных оценок межотраслевых взаимодействий.

В данной работе представлены результаты первого этапа конструирования макроэконометрической модели Хабаровского края. Согласно полученным оценкам, макропоказатели экономической системы Хабаровского края обладают свойством коинтеграции. Долгосрочные взаимосвязи региональной системы описываются уравнениями, характеризующими поведение расходов на потребление, инвестиций в основной капитал и спроса на труд. Полученная на основе многомерного коинтеграционного анализа макроэконометрическая модель характеризуется высокой точностью аппроксимации региональной динамики, что позволяет использовать ее для целей прогнозирования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян С.А., Бродский Б.Е. Макроэконометрическое моделирование: подходы, проблемы, пример эконометрической модели для российской экономики // ЦЭМИ РАН. 2005. 32 с. URL: <http://server1.data.cemi.rssi.ru/GRAF/center/methodology/macroeconom/3/macromodel.pdf> / (дата обращения: 17.12.2013).
2. Бюллетень банковской статистики / Официальный сайт Центрального Банка РФ. URL: <http://www.cbr.ru/publ/?Prtid=bbs> / (дата обращения: 10.01.2014).
3. Доклад «Социально-экономическое положение России». URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1140086922125](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140086922125) / (дата обращения: 14.01.2014).
4. Инвестиционный холдинг «Финам». URL: <http://www.finam.ru/about/history/> / (дата обращения: 15.01.2014).
5. Капелюшников Р.И. Естественная норма безработицы стала ниже // Эксперт. 2013. № 5 (837). 4 февраля. URL: <http://expert.ru/expert/2013/05/estestvennaya-norma-bezrabotitsyi-stala-nizhe/> / (дата обращения: 10.01.2014).
6. Основные показатели социально-экономического положения регионов Дальневосточного федерального округа, ноябрь 2001 – декабрь 2012 гг.: стат. бюлл. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Хабаровскому краю. Хабаровск, 2013. 124 с.
7. Социально-экономическое положение федеральных округов: стат. бюлл. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1140086420641](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140086420641) / (дата обращения: 14.01.2014).
8. Adams F.G., Brooking C.G., Glickman N.J. On the Specification and Simulation of a Regional Econometric Model: A Model of Mississippi // The Review of Economics and Statistics. 1975. Vol. 57. № 3. Pp. 286–298.
9. Anderson P.A. A Test of the Exogeneity of National Variables in a Regional Econometric Model. Working Papers. 1979. 10 p. URL: [http://www.minneapolisfed.org/publications\\_papers/pub\\_display.cfm?id=530](http://www.minneapolisfed.org/publications_papers/pub_display.cfm?id=530) / (дата обращения: 24.12.2013).

10. *Basdevant O.* An Econometric Model of the Russian Federation // *Economic Modelling*. 2000. Vol. 17. Pp. 305–336.
11. *Baussola M.L.* Modeling a Regional Economic System: The Case of Lombardy // *Regional Studies*. 2007. Vol. 41. № 1. Pp. 19–38. DOI: 10.1080/00343400600929036.
12. *Blommestein H.J.* Specification and Estimation of Spatial Econometric Models. A Discussion of Alternative Strategies for Spatial Economic Modelling // *Region Science and Urban Economics*. 1983. Vol. 13. Pp. 251–270.
13. *Brayton F., Tinsle P.* A Guide to FRB/US: A Macroeconomic Model of the United States / FEDS. Working paper 1996–42. 1996. October. URL: <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/1996/199642/199642pap.pdf> / (дата обращения: 17.12.2013).
14. *Cao Jian-Guo, Robidoux B.* The Canadian Economic and Fiscal Model – 1996 Version: Part 3 – Empirical Specification and Statistical Assessment / Department of Finance Canada. Working Papers. 1998. URL: <http://ideas.repec.org/e/pro42.html> / (дата обращения: 23.12.2013).
15. *Conway R.S.* The Washington Projection and Simulation Model: A Regional Interindustry Econometric Model // *International Regional Science Review*. 1990. Vol. 13. Pp. 141–165. DOI: 10.1177/016001769001300110.
16. *Coomes P., Olson D., Merchant J.* Using a Metropolitan-Area Econometric Model to Analyse Economic Development Proposals // *Urban Studies*. 1991. Vol. 28. № 3. Pp. 369–382. DOI: 10.1080/00420989120080401.
17. *Drennan M.P.* An Econometric Model of New York City and Region: What it is and What it can do // *Economic Development Quarterly*. 1989. Vol. 3. № 4. Pp. 283–287.
18. *Fair R.C.* Macroeconometric Modeling. 2013. 443 p. / URL: <http://fairmodel.econ.yale.edu/mmm2/mm.pdf> / (дата обращения: 20.12.2013).
19. *Fausser S.G.* A Regional Labour Market Model for Germany – an Analysis of Macroeconomic Shocks and Economic Policy Variables / University Cattolica del Sacro Cuore / Milan, 2008. 163 p.
20. *Fishkind H.H., Milliman J.W., Ellson R.W.* A Pragmatic Econometric Approach to Assessing Economic Impacts of Growth or Decline in Urban Areas // *Land Economics*. 1978. Vol. 54. № 4. Pp. 442–460.
21. *Fritz O., Kurzmann R., Streicher G., Zakarias G.* Comparing Regional Structure Change Economic Input-Output Models // *InTeReg*. Working Paper. 2004. 21 p.
22. *Glikman N.J.* Urban Impact Analysis: Premises, Promises, Procedures, and Problems // *Urban Impact Analysis*. 1980. Vol. 6. № 2. Pp. 84–91.
23. *Harris R.I.D.* Using Cointegration Analysis in Econometric Modeling. England: Harvester Wheatsheaf, Prentice Hall, 1995. 176 p.
24. *Jefferson C.W.* The Northern Ireland Regional Econometric Model // *Journal of the Statistical and Social Inquiry Society of Ireland*. Dublin. 1981. Vol. 24. Part IV. Pp. 132–138.
25. *Maki W.R.* Alternate Forecast Methods for Water and Land Resources Planning in Minnesota / Staff Papers Series. 1979. 63 p.
26. *Masouman A., Harvie C.* Development of Integrated Intersectoral-Time Series Strategies to Investigate the Economic Significance of Knowledge Sectors in the Illawarra, New South Wales / The 42nd Australian Conference of Economists Conference Proceedings. Perth. Australia: Murdoch University, 2013. Pp. 1–28.
27. *Motii B.B.* A Dynamic Integration Approach in Regional Input-Output and Econometric Models // *The Review of Regional Studies*. 2005. Vol. 35. № 2. Pp. 139–160.
28. *Persan M.H., Schuermann T., Weiner S.M.* Modeling Regional Interdependencies using a Global Error-Correcting Macroeconomic Model // *Journal of Business Economics and Statistics*. 2004. Vol. 22. № 2. Pp. 129–162.
29. *Rey S.J.* Integrated Regional Econometric and Input-Output Modeling: Issues and

Opportunities // Papers in Regional Science. 2000. Vol. 79. Pp. 271–292. DOI: 10.1007/PL00013613.

30. *Rey S.J.* The Performance of Alternative Integration Strategies for Combining Regional Econometric and Input-Output Models // International Regional Science Review. 1998. Vol. 21. № 1. Pp. 1–35. DOI: 10.1177/016001769802100101.

31. *Richardson H.W.* The State Regional Economics: a Survey Article // International regional science review. 1978. Vol. 3. № 1. Pp. 1–48.

32. *Rickman D.S.* Modern Macroeconomics and Regional Economic Modeling // Journal of Regional Science. 2010. Vol. 50. № 1. Pp. 34–37. DOI: 10.1111/j.1467-9787.2009.00647.

33. *Robidoux B., Wong B.S.* The Canadian Economic and Fiscal Model – 1996 Version: Part 1 – Model Structure / Department of Finance Canada. Working Papers. 1998.

34. *Sargan D.J.* Wages and Prices in the United Kingdom: A Study of Econometric Methodology // Econometric Analysis for National Economic Planning / Hart P.E. and Mills G. and Whitaker J.K. London: Butterworth Co, 1964. Pp. 25–63.

35. *Schniepp M.* Country Level Economic and Demographic Forecasts State of California. Structure of the Model, Model Specification and Case Study // Methodology Report. 2000. URL: [http://www.dot.ca.gov/hq/tpp/offices/eab/index\\_files/methodology.pdf](http://www.dot.ca.gov/hq/tpp/offices/eab/index_files/methodology.pdf) / (дата обращения: 09.01.2014).

36. *Solomon B.* Regional Econometric Models for Environmental Impact Assessment // Progress in Human Geography. 1985. Vol. 9. Pp. 379–399.

37. *Solomon B.D., Rubin B.M.* Environmental Linkages in Regional Econometric Models: An Analysis of Coal Development in Western Kentucky // Land Economics. 1985. Vol. 61. № 1. Pp. 43–57.

38. *Treyz G.I., Friedlaender A.F., Stevens B.H.* The Employment Sector of a Regional Policy Simulation Model // The Review of Economics and Statistics. 1980. Vol. 62. № 1. Pp. 63–73.

39. *Vere D.T., Griffith G.R.* Integrating Econometric Models of Australia's Livestock Industries: Implications for Forecasting and Other Economic Analyses / University of New England. Working Paper. Series in Agricultural and Resource Economics. 2013. URL: <http://ageconsearch.umn.edu/handle/12916> / (дата обращения: 21.01.2014).

40. *West G.R., Jackson R.W.* Input-Output + Econometric and Econometric + Input-Output: Model Differences or Different Models? // The Journal of Regional Analysis and Policy (JRAP). 1998. Vol. 28. № 1. Pp. 33–48.

## MACROECONOMETRIC SIMULATION AS A METHOD OF REGIONAL STUDIES

**N.G. Zakharchenko, O.V. Dyomina**

*Zakharchenko Natalia Gennadyevna* – Ph.D in Economics, Junior Research Fellow. Economic Research Institute FEB RAS, 153 Tikhookeanskaya Street, Khabarovsk, Russia, 680042. E-mail: [zakharchenko@ecrin.ru](mailto:zakharchenko@ecrin.ru).

*Dyomina Olga Valeryevna* – Ph.D in Economics, Research Assistant. Economic Research Institute FEB RAS, 153 Tikhookeanskaya Street, Khabarovsk, Russia, 680042. E-mail: [demina@ecrin.ru](mailto:demina@ecrin.ru).

The article presents the evolution of regional macroeconomic models. The authors allocate two types of models which differ in the complexity level of approximable interrelations – aggregated and

integrated ones. This paper shows the advantages of integrated models over aggregated ones due to a combination of techniques of multivariate econometric and balance analysis. The algorithm of creation of integrated models includes three stages: defining a dynamic kernel, structural kernel and the technical way of their integration. The authors pay attention to the implementation results of the first stage of the algorithm – the creation of dynamic kernel of integrated model. The dynamic kernel includes equations which characterize relations between economic agents of the regional system and which are merged in the four structural units: consumption, output, employment and prices and incomes. On the basis of multivariate cointegration analysis the researchers obtain estimates of the aggregate model of economic dynamics of Khabarovsk Krai. The peculiarity of this model is high accuracy of approximation of regional dynamics. The authors summarize the simulation results in the form of assessments of short-term and long-term elasticity coefficients which reflect the relations between regional macroeconomic indicators.

*Keywords:* regional economy, macroeconometric model, taxonomy of macroeconometric models, economic dynamics, cointegration, vector model of residuals correction, Khabarovsk Krai.

## REFERENCES

1. Aivazian S.A., Brodsky B.E. *Macroeconometric Modeling: Modern Trends, Problems, an Example of the Econometric Model of the Russian Economy*. Moscow: Central Economics and Mathematics Institute RAS, 2005, 32 p. Available at: <http://server1.data.cemi.rssi.ru/GRAF/center/methodology/macroeconom/3/macromodel.pdf> / (accessed 17 December 2013). (In Russian).
2. Bulletin of Banking Statistics. *Official Website of the Central Bank of the Russian Federation*. Available at: <http://www.cbr.ru/publ/?Prtid=bbs> / (accessed 10 January 2014). (In Russian).
3. «Socio-economic situation in Russia». Report. Available at: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1140086922125/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140086922125/) (accessed 14 January 2014). (In Russian).
4. *Investment Holding «Finam»*. Available at: <http://www.finam.ru/about/history/> / (accessed 15 January 2014). (In Russian).
5. Kapelushnikov R.I. Natural Norm of Unemployment is Lower. *Ekspert – Expert*, 2013, no. 5 (837), 4 February. Available at: <http://expert.ru/expert/2013/05/estestvennaya-norma-bezrabotitsyi-stala-nizhe/> / (accessed 10 January 2014). (In Russian).
6. *The Main Indicators of Socio-Economic Status of Regions of the Far Eastern Federal District, November 2001 – December 2012: Statistical Bulletin*. Territorial Body of Federal Service of State Statistics for the Khabarovsk Territory. Khabarovsk, 2013, 124 p. (In Russian).
7. *Socio-Economic Status of the Federal Districts: Statistical Bulletin*. Available at: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1140086420641/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140086420641/) (accessed 14 January 2014). (In Russian).
8. Adams F.G., Brooking C.G., Glickman N.J. On the Specification and Simulation of a Regional Econometric Model: A Model of Mississippi. *The Review of Economics and Statistics*, 1975, vol. 57, no. 3, pp. 286–298.
9. Anderson P.A. *A Test of the Exogeneity of National Variables in a Regional Econometric Model*. Working Papers, 1979, 10 p. Available at: [http://www.minneapolisfed.org/publications\\_papers/pub\\_display.cfm?id=530](http://www.minneapolisfed.org/publications_papers/pub_display.cfm?id=530) / (accessed 24 December 2013).
10. Basdevant O. An Econometric Model of the Russian Federation. *Economic Modelling*, 2000, vol. 17, pp. 305–336.
11. Baussola M.L. Modeling a Regional Economic System: The Case of Lombardy. *Regional Studies*, 2007, vol. 41, no. 1, pp. 19–38.
12. Blommestein H.J. Specification and Estimation of Spatial Econometric Models.

A Discussion of Alternative Strategies for Spatial Economic Modelling. *Region Science and Urban Economic*, 1983, vol. 13, pp. 251–270.

13. Brayton F., Tinsle P. *A Guide to FRB/US: A Macroeconomic Model of the United States / FEDS*. Working Paper 1996-42, 1996, October. Available at: <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/1996/199642/199642pap.pdf> / (accessed 17 December 2013).

14. Cao Jian-Guo, Robidoux B. *The Canadian Economic and Fiscal Model – 1996 Version: Part 3 – Empirical Specification and Statistical Assessment*. Department of Finance Canada. Working Papers, 1998. Available at: <http://ideas.repec.org/e/pro42.html> / (accessed 23 December 2013).

15. Conway R.S. The Washington Projection and Simulation Model: A Regional Interindustry Econometric Model. *International Regional Science Review*, 1990, vol. 13, pp. 141–165.

16. Coomes P., Olson D., Merchant J. Using a Metropolitan-Area Econometric Model to Analyse Economic Development Proposals. *Urban Studies*, 1991, vol. 28, no. 3, pp. 369–382.

17. Drennan M.P. An Econometric Model of New York City and Region: What it is and What it can do. *Economic Development Quarterly*, 1989, vol. 3, no.4, pp. 283–287.

18. Fair R.C. *Macroeconometric Modeling*, 2013, 443 p. Available at: <http://fairmodel.econ.yale.edu/mmm2/mm.pdf> / (accessed 20 December 2013).

19. Fauser S.G. *A Regional Labour Market Model for Germany – an Analysis of Macroeconomic Shocks and Economic Policy Variables*. University Cattolica del Sacro Cuore. Milan, 2008, 163 p.

20. Fishkind H.H., Milliman J.W., Ellson R.W. A Pragmatic Econometric Approach to Assessing Economic Impacts of Growth or Decline in Urban Areas. *Land Economics*, 1978, vol. 54, no. 4, pp. 442–460.

21. Fritz O., Kurzmann R., Streicher G., Zakarias G. Comparing Regional Structure Change Economic Input-Output Models. *In TeReg*. Working Paper, 2004, 21 p.

22. Glikman N.J. Urban Impact Analysis: Premises, Promises, Procedures, and Problems. *Urban Impact Analysis*, 1980, vol. 6, no. 2, pp. 84–91.

23. Harris R.I.D. *Using Cointegration Analysis in Econometric Modeling*. England: Harvester Wheatsheaf, Prentice Hall, 1995, 176 p.

24. Jefferson C.W. The Northern Ireland Regional Econometric Model. *Journal of the Statistical and Social Inquiry Society of Ireland*. Dublin, 1981, vol. 24, Part IV, pp. 132–138.

25. Maki W.R. *Alternate Forecast Methods for Water and Land Resources Planning in Minnesota*. Staff Papers Series, 1979, 63 p.

26. Masouman A., Harvie C. Development of Integrated Intersectoral-Time Series Strategies to Investigate the Economic Significance of Knowledge Sectors in the Illawarra, New South Wales. *The 42<sup>nd</sup> Australian Conference of Economists Conference Proceedings*. Perth. Australia: Murdoch University, 2013, pp. 1–28.

27. Motii B.B. A Dynamic Integration Approach in Regional Input-Output and Econometric Models. *The Review of Regional Studies*, 2005, vol. 35, no. 2, pp. 139–160.

28. Porsan M.H., Schuermann T., Weiner S.M. Modeling Regional Interdependencies using a Global Error-Correcting Macroeconomic Model. *Journal of Business Economics and Statistics*, 2004, vol. 22, no. 2, pp. 129–162.

29. Rey S.J. Integrated Regional Econometric and Input-Output Modeling: Issues and Opportunities. *Papers in Regional Science*, 2000, vol. 79, pp. 271–292.

30. Rey S.J. The Performance of Alternative Integration Strategies for Combining Regional Econometric and Input-Output Models. *International Regional Science Review*, 1998, vol. 21, no. 1, pp. 1–35. DOI: 10.1177/016001769802100101.

31. Richardson H.W. The State Regional Economics: a Survey Article. *International Regional Science Review*, 1978, vol. 3, no. 1, pp. 1–48.

32. Rickman D.S. Modern Macroeconomics and Regional Economic Modeling. *Journal of Regional Science*, 2010, vol. 50, no. 1, pp. 34–37.
33. Robidoux B., Wong B.S. *The Canadian Economic and Fiscal Model – 1996 Version: Part 1 – Model Structure*. Department of Finance Canada. Working Papers, 1998.
34. Sargan D.J., Hart P.E., Mills G., Whitaker J.K. Wages and Prices in the United Kingdom: A Study of Econometric Methodology. *Econometric Analysis for National Economic Planning*. London: Butterworth Co., 1964, pp. 25–63.
35. Schniepp M. Country Level Economic and Demographic Forecasts State of California. Structure of the Model, Model Specification and Case Study. *Methodology Report*, 2000. Available at: [http://www.dot.ca.gov/hq/tpp/offices/eab/index\\_files/methodology.pdf/](http://www.dot.ca.gov/hq/tpp/offices/eab/index_files/methodology.pdf/) (accessed 09 January 2014).
36. Solomon B. Regional Econometric Models for Environmental Impact Assessment. *Progress in Human Geography*, 1985, vol. 9, pp. 379–399.
37. Solomon B.D., Rubin B.M. Environmental Linkages in Regional Econometric Models: An Analysis of Coal Development in Western Kentucky. *Land Economics*, 1985, vol. 61, no. 1, pp. 43–57.
38. Treyz G.I., Friedlaender A.F., Stevens B.H. The Employment Sector of a Regional Policy Simulation Model. *The Review of Economics and Statistics*, 1980, vol. 62, no. 1, pp. 63–73.
39. Vere D.T., Griffith G.R. *Integrating Econometric Models of Australia's Livestock Industries: Implications for Forecasting and Other Economic Analyses*. University of New England. Working Paper. Series in Agricultural and Resource Economics, 2013. Available at: <http://ageconsearch.umn.edu/handle/12916/> (accessed 21 January 2014).
40. West G.R., Jackson R.W. Input-Output + Econometric and Econometric + Input-Output: Model Differences or Different Models? *The Journal of Regional Analysis and Policy (JRAP)*, 1998, vol. 28, no. 1, pp. 33–48.