

УДК 330.43  
JEL R 150

Г. Хацкевич, д-р экон. наук, проф.  
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
В. Ляликова, канд. физ.-мат. наук, доц.  
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
Д. Алешкевич, магистрант

## **ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ**

*Валовой региональный продукт – важнейший показатель конкурентоспособности региональной экономики. Эконометрическая модель анализа и прогнозирования ВРП позволяет выявить основные факторы, влияющие на темпы роста ВРП и предсказать значение темпа в будущем периоде при изменении факторов влияния. Данная информация может быть использована органами местного самоуправления для составления стратегии развития региона в краткосрочном периоде.*

*Ключевые слова: валовый региональный продукт; инвестиции в основной капитал; прогнозирование темпов роста; временные ряды; региональная экономика.*

Определенная самостоятельность регионов и их значительные полномочия в экономической и политической жизни стран определяют необходимость прогнозирования на региональном уровне. Спектр прогноза достаточно широк: показатели, характеризующие занятость и безработицу, численность населения и миграционные процессы, уровень доходов населения, стоимость жилья и т. п. Вместе с тем, главным показателем, дающим обобщающую характеристику региона, его конкурентоспособности, является валовой региональный продукт.

Выбор объектов прогнозирования обусловлен его целями и основывается на базе уже сформированной системы статистического учета. В США и Канаде она совпадает с административно-территориальным делением, что в совокупности обеспечивает удобство прогнозирования. Помимо прогнозирования развития собственных регионов, ведется оценка перспективного развития и роста валового регионального продукта (ВРП) зарубежных стран, наиболее крупных городов США и мира.

В странах ЕС действует номенклатура территориальных единиц (Nomenclature of territorial units for statistics – NUTS), обеспечивающая единый подход к территориальному делению экономической территории. NUTS является иерархической классификацией, включающей 5

уровней, в том числе 3 региональных (NUTS 1–3) и 2 местных (LAU 1-2, ранее NUTS 4–5). Принадлежность к уровню административно-территориальной единицы определяется численностью проживающего населения. Нижние уровни представляют местные территориальные единицы – (Local administrative units) LAU 1 (8397 ед.) и LAU 2 (121601 ед.). Если население государств-членов в целом ниже минимального порога для данного уровня NUTS, то государство-член само по себе является территориальной единицей этого уровня (например, Дания, Ирландия и Люксембург – NUTS 2). Начиная с 1961 года (Брюссельская конференция по региональной экономике) определено, что регионы NUTS 1 используются для анализа региональных проблем сообщества, а NUTS 2 — в качестве основных регионов для применения региональной политики. Регионы NUTS 3 были определены как слишком мелкие для проведения комплексного экономического анализа.

Расчеты валового регионального продукта по штатам или провинциям проводятся также в Австралии, странах Южной Америки (Аргентине, Бразилии, Чили), Азиатского региона (Индии, Китае).

Расчет и прогнозирование валового национального продукта базируется на системах национальных счетов - согласованных на международном уровне стандартных наборов рекомендаций по исчислению показателей экономической деятельности в соответствии с четкими правилами ведения счетов и учета на макроуровне, основанными на принципах экономической теории. Впервые была разработана в 1945 году. На региональном уровне используется система региональных счетов, так, например, в Евросоюзе используется система ESA95.

В публикации Я. Тинбергена "A Method and its application in investment activity" (1939) [1] было описано применение математико-статистических методов для прогнозирования инвестиционной политики. При определении переменных модели Тинберген не только использовал зависимости из экономической теории, но и на основании статистических данных оценил взаимную корреляцию факторов и их значимость на основе  $t$ -статистик. При наличии двух и более коррелированных факторов предпочтение отдавалось фактору с наибольшим по модулю значением  $t$ -статистики. Для оценивания коэффициентов модели был использован метод множественной регрессии. Достоверность построенной модели определялась значением  $F$ -статистики, которое показало более чем 95% вероятность того, что модель адекватна. Тин-

берген также обратил внимание на существование в рамках модели региональных особенностей, что выразилось разными значениями коэффициентов для США, Великобритании, Германии и Франции.

В труде *Business Cycles in the United States of America, 1919-1932* (1939) [2] Тинберген построил полную макроэкономическую модель для США в виде 48 различных уравнений. Уравнения были подразделены на три группы: монетарная, ценовая и стратегическая. Стратегическая группа включала в себя ключевые показатели, наиболее влияющие на бизнес-циклы. Достаточно подробно было рассмотрено влияние значений показателей прошлых периодов и сделан вывод о затухании этого влияния с течением времени. Тинберген определил также внешние факторы, связанные с проводимой государством политикой, такие как стабилизация цен, установление минимальной заработной платы и др. Наиболее важными факторами влияния на бизнес-циклы оказались потребление, инвестиции и товарные запасы.

Лоуренс Клейн, опираясь на исследования Тинбергена, совместно с А.Голдбергером разработал собственную модель прогнозирования экономики США и описал ее в статье "An Econometric Model of the United States, 1929–1952" (with AS Goldberger, 1955) [3]. Ее особенностями были нелинейность и включение лагов вплоть до пятого порядка. Модель была представлена в виде системы зависимостей эндогенных показателей от экзогенных, лагированных эндогенных и стохастических факторов. Уравнения описывали динамику инвестиционных и производственных процессы, трудовых отношений, монетарную политику государства. Наиболее важными показателями оказались государственные расходы, численность населения и распределение рабочей силы по отраслям экономики. Однако модель некорректно учитывала динамику импорта и экспорта товаров, влияние краткосрочных шоков на экономику, что было показано в работе "The dynamic properties of the klein-goldberger model" (I. and F. Adelman) [4].

В рамках работ проекта Брукингского совета Клейн и Майкл Эванс на основе модели Клейна-Голдбергера создали Уортонскую модель квартального прогнозирования американской экономики, которая по сей день является одной из самых точных. Для оценки переменных использовался двухшаговый МНК. Модель подразделялась на сектора: компоненты валового внутреннего продукта (ВВП), цены и оплата труда, реального и потенциального производства (использовалась функция

Кобба-Дугласа), трудовые ресурсы, доходы, налоги, ставка рефинансирования и предложение денег, экспорт [5].

Клейн был одним из ведущих специалистов, занимавшихся разработкой модели LSEM, комплексная система эконометрических уравнений для описания мировой экономики или экономики конкретного региона. Первой версией модели LSEM в международном масштабе была система ЛИНК (проект международного объединения национальных и региональных экономических моделей), разработанная Уортонской ассоциацией эконометрического прогнозирования под руководством Л.Р. Клейна. В начале 80-х годов XX в. систему ЛИНК формировали 16 эконометрических моделей и регионов, которые описывали приблизительно 5000 уравнений. Модель каждого из развитых государств (их 13 в системе ЛИНК) имеет такие блоки: производство, потребление, инвестиции, доходы и занятость, цены, денежный оборот, внешняя торговля.

Региональные модели развивающихся стран построены по типовой схеме, которая содержит такие показатели: валовый национальный продукт (ВНП), издержки на потребление, инвестиции, экспорт и импорт товаров и услуг, дефлятор ВНП, индекс экспортных цен, индекс мировой торговли. Мировая торговля моделируется по схеме: продовольствие, сырье, топливо, продукция обрабатывающей промышленности.

Методическим каркасом модели мировой торговли является матрица экспортно-импортных связей между разными странами. Прогнозирование "уместности" этой матрицы и составляет смысловое и инструментальное ядро моделей международной торговли, которая связывает все модели в единый комплекс.

Работа по системе ЛИНК предусматривает два этапа:

1. Автономные расчеты по каждой модели страны и региона. При этом заданными являются показатели, связывающие все модели в одну систему. Выявленные показатели (например, характеризующие номенклатуру и объемы экспорта и импорта) предоставляют все участники проекта в конце каждого года.

2. Системное увязывание и корректировка автономных расчетов по всем отдельным моделям стран и регионов. На встрече-консультации участников проекта, проходящей через каждые полгода, знакомят с результатами расчетов. При необходимости в систему вносят изменения, после чего начинается следующий цикл работы с ЛИНК.

До появления первых систем региональных счетов ученые занимались в основном построением страновых моделей, базируясь на моделях Тинбергена и Клейна, используя разные факторы в уравнениях, которые, как правило, определялись их экономическими взглядами.

Так, монетаристский подход связывает рост реального валового продукта со спросом на деньги, увеличение денежного предложения пропорционально росту производства позволяет поддержать расширяющийся спрос, не вызывая при этом инфляции. Деньги являются главным фактором, определяющим движение и развитие производства.

Кейнсианская школа предполагает вмешательство государства в экономику, основным элементом регулирования экономики признается бюджетная политика, на которую возлагается задача обеспечения занятости и загрузки производственных мощностей. Развитие производства рассматривается с позиции спроса, обеспечивающего реализацию ресурсов.

Неоклассики базируют свои модели экономического роста на теории производственной функции и её экономической интерпретации. Характерной особенностью моделей школы является значительная роль предпринимательства.

Несмотря на существующие различия в подходах при определении факторов следует отметить, что выбор модели прогноза не является статичным и в зависимости от внешних условий может видоизменяться.

Мировой финансовый кризис повлек снижение влияния неокейнсианского подхода с совершенным финансовым рынком в центральных европейских банках в пользу выбора в качестве прогнозных стохастических динамических моделей общего равновесия.

Для построения краткосрочного прогноза, как правило, используют эконометрические модели, прогнозирующие динамику развития на основе значений экономических и бюджетных показателей предыдущих временных отрезков. Наиболее широкое распространение получили квартальные модели. Они демонстрируют высокое качество прогнозов в краткосрочной перспективе. Здесь используется применение авторегрессионных соотношений для изучения свойств процессов и анализа взаимосвязей между набором переменных, а также моделирование отдельных экономических временных рядов.

Рассмотрим ряд эконометрических моделей, используемых при прогнозировании ВРП Центробанком в странах Евросоюза:

## Теоретичні та прикладні питання економіки. – 2014. – №1 (28)

1. Бивариантная векторная авторегрессии: включает квартальные значения ВРП, совокупность единичных месячных индикаторов, средние прогнозы по индикаторам.

- Определяется набор месячных показателей из группы данных и составляется их квартальная совокупность.

- Каждый индикатор включается в бивариантную векторную авторегрессию, включающую помимо индикатора темп роста ВРП. На основе этой векторной авторегрессии производится прогноз роста ВРП. Длина лага в каждой авторегрессии определена критерием Шварца (SIC) [6]

- Следующим шагом является формирование среднего из  $k$  прогнозов индивидуальных индикаторов.

Этот подход хорошо зарекомендовал себя в Соединенном Королевстве, вместе с тем, модель не использует ежемесячные статистические релизы и не сталкивается с эффектом "рваного края" из-за несинхронного представления данных.

2. Мост уравнений (Bridge equations) – прогноз среднего по индикаторам. Это широко используемый метод прогнозирования квартального ВРП на основании показателей ежемесячной отчетности. В этом случае производится оценка месячных индикаторов в прогнозируемом горизонте, и совокупность полученных прогнозов используется для прогнозирования роста ВРП.

- Определяется набор месячных показателей из группы данных и прогнозируется индивидуальный индикатор с помощью одновариантной модели авторегрессии с коэффициентом  $\rho$  и условием белого шума.

- Для каждого индикатора рассматриваем уравнение моста, которое связывает квартальный рост ВРП с совокупностью месячных показателей, оцененных по 3му месяцу каждого квартала. Длины лагов в уравнениях определены критерием Шварца.

- Прогноз роста ВРП осуществляется путем подстановки квартальных совокупностей, полученных при прогнозировании индикаторов, в уравнение моста.

3. Факторная модель, где осуществляется прямая привязка прогноза к факторам, оказывающим влияние на изменение месячных индикаторов. Процедура включает в себя два этапа. Первый этап — выборка факторов, из числа ежемесячных показателей.

Существует два различных подхода к выборке:

- простой выбор основных компонентов (PC, principal components);

▪ двухшаговый, основывающийся на пропуске выбранных основных компонентов через фильтр Кальмана (KF, Kalman filter).

При этом подходе предполагается, что общие факторы следуют вектору авторегрессии, управляемому вектором перемен (новшеств), которые называются общими шоками. Оценка с помощью простого выбора основных компонентов (РС) требует только выборку определенного количества факторов. Длина лага и количество общих шоков не требуют определения, поскольку оценочная функция РС не принимает во внимание динамические свойства общих факторов. Двухшаговый же подход (KF) требует определения всех параметров.

На втором этапе происходит прогноз ВРП. Фильтр Калмана представляет прогнозы общих факторов, необходимых для прогнозирования ВРП, учитывая их динамические характеристики.

Прогноз роста ВРП получается путем добавления в уравнение моста квартальных совокупностей оцененных общих факторов, и их прогноза. Прогнозирование факторов, не вытекает непосредственно из извлечения с помощью процедуры РС, так как в этом случае динамика их изменений прямо не рассматривается.

Двухшаговая выборка (KF) эффективно справляется с эффектом рваного края, заменяя отсутствующие данные оптимальным прогнозом, основанным на полном наборе месячных показателей. При простом выборе компонентов (РС) эффект рваного края нивелируется заполнением недостающих ежемесячных показателей прогнозами, основанными на одномерной авторегрессии.

Факторы, извлеченные с помощью KF, представляют собой сочетание данных текущих и прошлых наблюдений, с весами, полученными путем принятой во внимание их устойчивостью, а также неоднородностью (по сравнению с общими факторами) информационного содержания каждого месячного показателя.

Факторы, извлеченные с помощью РС, являются линейными комбинациями только последних наблюдений, более того, все факторы считаются одинаково информативными.

Таким образом, в части краткосрочного прогнозирования валового регионального продукта на примере стран Евросоюза следует отметить, что модели, использующие месячные данные превосходят по точности модели, в которых используются квартальные данные. Факторные модели являются более точными, нежели модели мостов, при

этом среди факторных моделей наиболее точными являются прогнозы, основанные на факторах, выбранных с помощью фильтра Калмана.

Проведенный сравнительный анализ точности построения прогнозов с помощью различных моделей специалистами Евробанка позволил сделать еще одно важное заключение: общий прогноз оценки роста ВВП Еврозоны, точнее суммы прогнозов ВРП стран-участников.

Построение прогнозов макроэкономических показателей на более длительную перспективу получило развитие за счет моделирование экономик с помощью специализированного программного обеспечения.

По мере увеличения прогнозируемого горизонта до среднесрочного (5 лет) и долгосрочного уровня (25 лет) увеличивается и количество показателей, участвующих в построении модели – экономических, социальных, геополитических, а также показателей, характеризующих экологическое состояние, государственное управление и безопасность. При этом направленность прогнозирования также смещается на макроуровень.

Для постсоветского пространства, которое характеризуется экономикой переходного типа, были разработаны модели серии LAM, предназначенные для квартального моделирования и прогнозирования, оценки влияния экономической политики и шоковых воздействий на важнейшие макроэкономические показатели [7]. В основе большинства моделей лежит механизм коррекции ошибок (Engle, Granger) [8], что позволяет использовать информацию о долгосрочной равновесной зависимости между совместно анализируемыми нестационарными временными рядами в виде коинтеграционных соотношений при моделировании стационарных краткосрочных изменений анализируемых переменных.

Особенности модели:

- малый размер;
- управляемость и простота сопровождения;
- сохранение структуры для различных экономик;
- использование билинейной векторной авторегрессии;
- априорное предположение о коинтегрированности временных рядов;
- идентификация модели осуществляется с помощью процедуры стохастической оптимизации;
- для оценки качества используется анализ откликов моделируемых показателей на импульсные шоковые воздействия.

Проблемы модели:

- малая длина временных рядов;



- особенности сбора и представления данных статистическими органами – пропуски, изменение методик расчета и представления;
- необходимость экспертного задания значений некоторых экономических переменных;
- неполный учет особенностей экономик отдельных стран;
- необходимость априорного задания значений для использования стохастической оптимизации;
- недостаточная проверка точности модели в рамках использования стохастической оптимизации.

Для иллюстрации прогностической способности модели использовалась средняя абсолютная ошибка прогноза в процентах.

Разработку отдельной модели для республики Беларуси осуществили М.К. Кравцов, А.В. Пашкевич, Н.М. Бурдыко и др [9]. Большинство уравнений в модели базируются на методе коррекции ошибок (практическое применение метода описано в [10]). Построение модели основано на кейнсианских экономических идеях. Для определения порядка интегрированности временных рядов использовались тесты Дики-Фуллера, Филипса-Перрона, Квятковского-Филипса-Шмидта-Шина. Построение моделей осуществлялось в логарифмической форме, поскольку она более удобна для анализа экономической политики.

На основе статистических ежемесячных данных, предоставленных областным управлением статистики Гродненской области Республики Беларусь с помощью эконометрического пакета EViews была разработана эконометрическая модель анализа и прогнозирования валового регионального продукта Гродненской области как одного из ключевых показателей конкурентоспособности региональной экономики.

Модель представляет собой систему одновременных регрессионных уравнений и главное тождество, представляющее ВРП как сумму валовых добавленных стоимостей в отраслевом разрезе и чистых налогов. Это позволяет анализировать динамику роста ключевых отраслей региональной экономики и рекомендовать определенную экономическую политику для стимулирования роста добавленной стоимости продукции, что является способом повышения конкурентоспособности местных предприятий как на внутреннем рынке, так и на рынках Таможенного союза и Европейского союза.

В условиях перехода к рыночным отношениям и проведения модернизации для ликвидации технологического отставания Республики Бе-

## Теоретичні та прикладні питання економіки. – 2014. – №1 (28)

ларусь от ведущих экономик мира, а также на основе экспортоориентированности белорусской экономики в качестве основных экзогенных переменных, отражающих кроме того региональную специфику Гродненской области, были выбраны инвестиции в основной капитал в отраслевом разрезе.

Система уравнений включает в себя 9 уравнений для ВДС отраслей, чистых налогов и инвестиций в основной капитал, и главное тождество для ВРП. Основные показатели и условные обозначения представлены в таблице 1.

Временные ряды сформированы на ежемесячной основе с сентября 2010 года по май 2013 года.

Для их эконометрического анализа были использованы тесты Дики-Фуллера, Филипса-Перрона, Квятковского-Филипса-Шмидта-Шина. Были получены результаты, приведенные в таблице 2.

**Таблица 1**

### **Условные обозначения временных рядов показателей, используемых в новой версии макромоделли**

<b>Условное обозначение В.р.</b>	<b>Показатель, единица измерения</b>
<b>Эндогенные переменные</b>	
<i>grp<sub>t</sub></i>	ВРП, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>grpprom<sub>t</sub></i>	ВДС промышленности, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>grpagri<sub>t</sub></i>	ВДС сельского хозяйства, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>grpcon<sub>t</sub></i>	ВДС строительства, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>grptr<sub>t</sub></i>	ВДС транспорта и связи, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>grptrade<sub>t</sub></i>	ВДС торговли и общественного питания, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>grpoth<sub>t</sub></i>	ВДС в прочих отраслях, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>nt<sub>t</sub></i>	Чистые налоги на продукты и импорт, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>inv<sub>t</sub></i>	Инвестиции в основной капитал, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.

Окончание табл. 1

<i>Экзогенные переменные</i>	
<i>invprom<sub>t</sub></i>	Инвестиции в основной капитал в промышленности, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>invagri<sub>t</sub></i>	Инвестиции в основной капитал в сельском хозяйстве, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>invcon<sub>t</sub></i>	Инвестиции в основной капитал в строительстве, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>invtrade<sub>t</sub></i>	Инвестиции в основной капитал в торговле, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>invtr<sub>t</sub></i>	Инвестиции в основной капитал в транспорте, в сопоставимых ценах января 2011 г., млрд руб.
<i>nr<sub>t</sub></i>	Номинальная ставка рефинансирования Национального банка, % годовых
<i>cpi<sub>t</sub></i>	Индекс потребительских цен, январь 2011 г.=1
<i>pigs<sub>t</sub></i>	Поголовье свиней (тыс. голов)
<i>exch<sub>t</sub></i>	Курс белорусского рубля к корзине иностранных валют

В силу стационарности большинства временных рядов, разного порядка интегрированности и малой длины рядов модель 5 была построена в первых разностях, а остальные модели – в виде линейной регрессии. Построение моделей проводилось в логарифмической форме для удобства качественного анализа результатов моделирования. Структурные изменения временных рядов согласно практике моделирования учитывались путем введения фиктивных переменных, отражающих сезонность, изменения тренда, уровня, случайные выбросы. В результате получены следующие модели.

Таблица 2

Степени интегрированности временных рядов

Условное обозначение В.р.	Степень интегрированности
<i>grp<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>grpprom<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>grpagri<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>grpcon<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>grp<sub>tr</sub></i>	нестационарный, 1-ый порядок интегрированности
<i>grptrade<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>grpother<sub>t</sub></i>	стационарный

Окончание табл. 2

<i>nt<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>inv<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>invprom<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>invagri<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>invcon<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>invtrade<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>invtr<sub>t</sub></i>	стационарный
<i>nr<sub>t</sub></i>	нестационарный, 2-ой порядок интегрированности
<i>cpi<sub>t</sub></i>	нестационарный, 2-ой порядок интегрированности
<i>pigs<sub>t</sub></i>	нестационарный, 1-ый порядок интегрированности
<i>exch<sub>t</sub></i>	нестационарный, 1-ый порядок интегрированности

ВРП Гродненской области (1)

$$grp_t = grpprom_t + grpagri_t + grpctr_t + grpcon_t + grptrade_t + grpother_t + grpnt_t$$

ВДС промышленности (2)

$$\ln grpprom_t = 0,575 \ln grpprom_{t-1} + 0,141 \ln invprom_{t-4} + 0,338 \ln invprom_{t-8} - 2,348 \ln nr_{t-3} - 2,64 \Delta_2 \ln cpi_{t-5} + 1,1 DS(2010, 2013, 9)_t - 0,486 DT(2011: 7)_t + 0,88 DT(2012: 9)_t$$

0,0000                      0,0374                      0,0001                      0,0000  
0,0015                      0,0000                      0,0002                      0,0000

ВДС сельского хозяйства (3)

$$\ln grpagri_t = 0,885 \ln grpagri_{t-1} - 0,252 \ln grpagri_{t-3} + 0,344 \ln invagri_{t-3} + 28,532 \Delta \ln pigs_t + 0,186 DS(2010, 2013, 7)_t$$

0,0000                      0,0496                      0,0040                      0,0072  
0,0000

ВДС строительства (4)

$$\ln grpcon_t = 0,215 \ln grpcon_{t-1} + 0,445 \ln grpcon_{t-3} + 0,878 \ln invcon_t - 1,526 \ln nr_{t-3} - 4,384 \ln cpi_{t-4} + 0,291 DS(2010, 2013, 4)_t + 0,86 DT(2011: 12)_t - 0,617 D(2011: 9)_t$$

0,0046                      0,0000                      0,0000                      0,0070  
0,0062                      0,0105                      0,0001                      0,0055

ВДС транспорта и связи (5)

$$\Delta \ln grpctr_t = -3,494 \Delta_2 \ln cpi_{t-3} + 0,409 DS(2010, 2013, 11)_t - 0,596 DS(2010, 2013, 10)_t - 0,68 D(2011: 6)_t + 1,061 D(2011: 9)_t + 0,967 D(2011: 10)_t$$

0,0115                      0,0025                      0,0013  
0,0003                      0,0000                      0,0004

**ВДС торгівли (6)**

$$\ln grptrade_t = 0,489 \ln grpprom_t + 0,369 \ln invtrade_t - 3,124 \Delta \ln exch_t + 0,402 DS(2010, 2013, 5)_t + 0,827 DT(2011:10)_t + 1,089 DU(2010:10)_t - 0,259 DU(2011:5)_t$$

0,0000
0,0008
0,0000
0,0015
0,0003
0,0000
0,0048

**ВДС прочих отраслей (7)**

$$\ln grpothert_t = 0,664 \ln grpothert_{t-1} + 0,292 \ln grpothert_{t-4} + 0,204 DS(2010, 2013, 6)_t + 0,862 DT(2011:9)_t + 0,355 DT(2012:8)_t + 0,302 DU(2011:1)_t - 0,259 D(2011:7)_t - 0,224 D(2012:10)_t + 0,247 D(2012:11)_t$$

0,0000
0,0374
0,0001
0,0000
0,0000
0,0015
0,0000
0,0002
0,0000

**Чистые налоги на продукты (8)**

$$nt_t = 0,488 nt_{t-6} + 0,044 \Delta exch_t - 291,102 \Delta_2 \ln cpi_{t-3} + 0,015 \Delta exch_{t-1} - 0,062 \Delta grptrade_{t-5} + 56,059 DS(2010, 2013, 7)_t$$

0,0001
0,0023
0,0003
0,0009
0,0038
0,0000

**Инвестиции в основной капитал (9)**

$$\ln inv_t = 4,327 + 0,295 \ln grp_{t-2} - 0,523 DS(2010, 2013, 1)_t - 0,415 DS(2010, 2013, 2)_t + 0,758 D(2013:4)_t$$

0,0000
0,0374
0,0001
0,0000
0,0001

где  $DU(\cdot)_t, D(\cdot)_t, DS(\cdot)_t, DT(\cdot)_t$  – фиктивные переменные соответственно для изменения уровня, выбросов, сезонности и изменений тренда в момент времени  $t$  (их математическое описание в [11]),  $\Delta$  – оператор взятия первых разностей. Для всех коэффициентов уравнений  $r$ -значение  $t$ -статистики не превышают 0,05.

Статистические характеристики макромоделей (1)–(9) приведены в таблице 3.

Здесь Ram – тест Рамсея;  $R_a^2$  – скорректированный  $R^2$ ; SER – стандартная ошибка регрессии; DW – статистика Дарбина-Уотсона, JB, BG и W – тесты Жака-Беры, Бройша-Годфри, Уайта для остатков на их нормальность распределения, автокорреляцию и гетероскедастичность соответственно (для них приводится  $p$ -значение), MAPE – ошибка динамического прогноза.

Таблиця 3

Значения критериев оценки качества макромоделей (1)–(9)

Уравнение	Ram	R <sub>a</sub> <sup>2</sup>	SER	DW	JB	BG	W	MAPE
(2)	0,228	0,875	0,097	1,526	0,513	0,683	н/а	1,435
(3)	0,567	0,909	0,237	1,641	0,912	0,272	0,478	6,26
(4)	0,786	0,879	0,156	2,084	0,746	0,254	н/а	2,233
(5)	0,573	0,757	0,161	2,45	0,936	0,855	н/а	18,53
(6)	0,365	0,874	0,18	2,683	0,53	0,213	0,085	2,818
(7)	0,01	0,878	0,071	1,812	0,998	0,123	н/а	1,293
(8)	0,968	0,774	12,32	2,59	0,798	0,358	н/а	115,225
(9)	0,413	0,723	0,165	2,322	0,367	0,21	н/а	1,898

Исходя из статистических характеристик все уравнения, входящие в макромоделю (1)–(9), можно признать удовлетворительными. Результаты теста Жака-Беры свидетельствуют о нормальном распределении остатков, а тестов Бройша-Годфри и Уайта – об отсутствии автокорреляции и гетероскедастичности соответственно.

Интерпретируя результаты модели, можно утверждать, что темпы роста ВРП определяются в основном темпами роста инвестиций в основной капитал и изменением некоторых макроэкономических параметров – ставки рефинансирования, курса валют и индекса потребительских цен.

Стоит отметить, что вследствие малой длины временных рядов для моделей 5 и 8 ошибка прогнозирования довольно велика, что не позволяет использовать их для прогнозирования значений эндогенных переменных, однако значения теста Рамсея свидетельствуют об однозначной зависимости ВРП от инвестиций в основной капитал.

Таблиця 4

Прогноз по модели (1)–(9) март-май 2013

Период	Модель (1)–(9), %	Модель НИЭИ, %	Факт, %
Январь-март 2013	102,2	104,9	105,6
Январь-апрель 2013	102,6	104,7	104,5
Январь-май 2013	99,5	101,2	104,1

Модель позволяет осуществлять прогнозирование темпов роста ВРП нарастающим итогом. В таблице 4 представлены данные прогноза

по модели на март-май 2013 года, отражено сравнение с директивной моделью планирования НИЭИ г. Гродно (индексным методом).

Отклонение растёт при увеличении горизонта прогнозирования, максимальное отклонение составило 4,6%, что для малой длины временного ряда можно признать удовлетворительным. В построенных эконометрических моделях учтено влияние случайных факторов и выявлена тенденция изменения экономических показателей. При этом в отдельных моментах возможно расхождение с фактическими данными, однако в среднесрочном и долгосрочном прогнозировании стохастические модели надежнее, чем детерминированные.

### **Литература:**

1. Tinbergen J. A Method and its application in investment activity / J. Tinbergen // Geneva: League of Nations Economic Intelligence Service, 1939.

2. Tinbergen J. Business Cycles in the United States of America, 1919–1932 / J. Tinbergen // Series of League of Nations publications, 1939. II. A. 16. Geneva: League of Nations, Economic Intelligence Service, 1939.

3. Newman P. An Econometric Model of the United States 1929–1952 by L. R. Klein; A. S. Goldberger / P. Newman // *Economica New Series*, 1955. – Vol. 22. – P. 362–363

4. Adelman I., Adelman F.L. The dynamic properties of the klein-goldberger model / I. Adelman, F.L. Adelman // *Econometrica*, 1959. – Vol. 27. – P. 596–625.

5. Sparks G.R. The Wharton Econometric Forecasting Model by Michael K. Evans; Lawrence R. Klein / G.R. Sparks // *The Canadian Journal of Economics*, 1968. – Vol 1. – P. 848–849.

6. Schwarz G. Estimating the Dimension of a Model / G. Schwarz // *The Annals of Statistics*, 1978. – Vol 16. P. 461–464.

7. Харемза, В.В. Моделирование и прогнозирование макроэкономических показателей экономик Беларуси, России и Украины на основе межстрановой модели LAM ICM / В.В. Харемза [и др.] // *Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь*. – 2007. – №4. – С. 18–34.

8. Engle, R.F. Cointegration and Error Correction: Representation, estimation, and testing / R.F. Engle, C.W.J. Granger // *Econometrica*. – 1987. – Vol. 55. – №2. – P. 251–276.

9. Кравцов, М.К. Эконометрическое моделирование и прогнозирование валового внутреннего продукта и его отраслевой структуры / М.К. Кравцов, Н.Н. Шинкевич, О.И. Гаспадарец // *Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь*. – 2008. – №4. – С. 4–27.

## **Теоретичні та прикладні питання економіки. – 2014. – №1 (28)**

10. Хацкевич Г.А., Картун А.М. Современные подходы к моделированию инфляционных процессов в экономике Республика Беларусь / Г.А.Хацкевич, А.М.Картун // Банковский вестник. – 2008. – №2. – С. 11–16.

11. Кравцов, М.К. Эконометрический анализ временных рядов основных макроэкономических показателей / М.К. Кравцов, А.В. Пашкевич, Н.М. Бурдыко // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. – 2005. – №3. – С. 3–22.

### **References:**

1. Tinbergen J. A Method and its application in investment activity / J. Tinbergen // Geneva: League of Nations Economic Intelligence Service, 1939.

2. Tinbergen J. Business Cycles in the United States of America, 1919-1932 / J. Tinbergen // Series of League of Nations publications, 1939. II. A. 16. Geneva: League of Nations, Economic Intelligence Service, 1939.

3. Newman P. An Econometric Model of the United States 1929-1952 by L. R. Klein; A. S. Goldberger / P.Newman // *Economica New Series*, 1955. – Vol.22. – P. 362–363

4. Adelman I., Adelman F.L. The dynamic properties of the klein-goldberger model / I. Adelman, F.L. Adelman // *Econometrica*, 1959. – Vol. 27. – R. 596–625.

5. Sparks G.R. The Wharton Econometric Forecasting Model by Michael K. Evans; Lawrence R. Klein / G.R.Sparks // *The Canadian Journal of Economics*, 1968. – Vol 1. – P. 848–849.

6. Schwarz G. Estimating the Dimension of a Model / G.Schwarz // *The Annals of Statistics*, 1978. - Vol 16. P. 461-464.

7. Kharemza, V.V. Modelyrovanye y prohnozyrovanye makroekonomycheskykh pokazateley ekonomyk Belarusy, Rossyy y Ukrayny na osnove mezhranovoy modely LAM ICM / V.V. Kharemza [y dr.] // *Экономыческyy byulleten' NYЭУ Mynysterstva ekonomyky Respublyky Belarus'*. – 2007. – №4. – С. 18–34.

8. Engle, R.F. Cointegration and Error Correction: Representation, estimation, and testing / R.F. Engle, C.W.J. Granger // *Econometrica*. – 1987. – Vol. 55. – №2. – P. 251–276.

9. Kravtsov, M.K. Экономытрыческoe modelyrovanye y prohnozyrovanye valovoho vnutrenneho produkta y eho otraslevooy struktury / M.K. Kravtsov, N.N. Shynkevych, O.Y. Haspadarets // *Экономыческyy byulleten' NYЭУ Mynysterstva ekonomyky Respublyky Belarus'*. – 2008. – №4. – С. 4–27.

10. Khatskevych H.A., Kartun A.M. Sovremennyye podkhody k modelyrovanyyu ynflyatsyонных protsessov v ekonomyke Respublyka Belarus' / H.A.Khatskevych, A.M.Kartun // *Bankovskyy vestnyk*. – 2008. – №2. – С. 11–16.

11. Kravtsov, M.K. Экономытрыческyy analiz vremennykh ryadov osnovnykh makroekonomycheskykh pokazateley / M.K. Kravtsov, A.V. Pashkevych, N.M. Burdyko // *Belorusskaya ekonomyka: analiz, prohnoz, rehulyrovanye*. – 2005. – №3. – С. 3–22.

**Надійшла до редколегії 27.02.14**



Хацкевич Г.А., д-р екон. наук, проф.  
Ляликова В.І., канд. фіз.-мат. наук, доц.  
Алешкевич Д.С., магістрант  
"Гродненський державний університет імені Янки Купали"

**ЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ВАЛОВОГО РЕГІОНАЛЬНОГО  
ПРОДУКТУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ  
РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ**

*Валовий регіональний продукт – найважливіший показник конкурентоспроможності регіональної економіки. Економетрична модель аналізу та прогнозування ВРП дозволяє виявити основні фактори, що впливають на темпи зростання ВРП і передбачити значення темпу в майбутньому періоді при зміні факторів впливу. Дана інформація може бути використана органами місцевого самоврядування для складання стратегії розвитку регіону в короткостроковому періоді.*

***Ключові слова:** валовий регіональний продукт; інвестиції в основний капітал; прогнозування темпів зростання; часові ряди; регіональна економіка.*

G. Hatskevich Dr. Econ. Sciences, prof.  
"Grodno State University named Yanka Kupala "  
V. Lyalikova PhD in „Physics and Mathematics, Sciences, Assoc. Prof.  
"Grodno State University named Yanka Kupala "  
D. Aleshkevich

**ECONOMETRIC MODELS OF GROSS REGIONAL PRODUCT FOR  
PREDICTING COMPETITIVENESS OF REGIONAL ECONOMIES**

*Gross regional product (GRP) – a key indicator of the competitiveness of the regional economy. Econometric model analysis and prediction of GRP allows to identify the main factors influencing the growth of GRP and to predict the tempo value in the future period when the influencing factors. This information can be used by local governments for drafting regional development strategy in the short term.*

***Keywords:** Gross regional product; investment in fixed capital; forecasting growth; time series; regional economy.*