

## Forecast Model of Russia's Gross Domestic Product Depending on Financial Instruments of Trade in Energy and Commodities

Samkov T.L.

Novosibirsk state technical university  
Novosibirsk, Russian Federation

**Abstract.** Methodology of forecasting the gross domestic product (GDP) growth for complex socio-economic systems is projected on economic conditions of the Russian Federation. The most important factors affecting GDP change, development of a GDP forecast econometric model for the Russian economy and the methodology of the model use are identified. The model is used as a source of information necessary for the analysis of territorial multi-sectoral objects (ATMO) model which we developed. ATMO model is the model of planning regional sectoral production systems of independent corporate participants and can predict their behavior utilizing game approach. Non-systemic "signal" information (GDP growth rate) is necessary to change the strategies. The factors for predicting are the primary and secondary financial instruments of trade in energy and raw commodities. The principle of behavioral imitation is introduced for the first time in relation to a class of such tasks. Technology of decisions making corresponds to the knowledge of managers and officials rather than to that of analysts. The forecast model reflects the "ordinary" view of mentioned decision makers on the nature of GDP dependence on trade in specific goods (oil, gas, grain, gold, silver, copper, etc.). Almost any company leader will be able to use this set to forecast GDP as guidelines for further development of the enterprise. The ATMO model makes it possible to influence the economy to achieve macroeconomic goals and gives the opportunity to increase the available volumes of energy resources for export, e.g., for functioning of the emerging gas hub in EU.

**Keywords:** gross domestic product, econometric model, energy, commodity, derivative, behavioral simulation.

**DOI:** 10.5281/zenodo.1217303

### Model de prognoză a produsul intern brut al Rusiei în funcție de instrumente financiare de comercializare energetice și de mărfuri

Samkov T. L.

Universitatea tehnică de stat din Novosibirsk  
Novosibirsk, Federația Rusă

**Rezumat.** Se studiază metodologia de prognoză a produsului intern brut (PIB) a sistemelor socio-economice complexe proiectată asupra Federației Ruse. Scopul principal al lucrării este de a identifica cei mai importanți factori care influențează schimbarea PIB și de a dezvolta un model econometric al prognozei sale pentru economia rusă, cuprezentarea metodologiei de utilizare a acesteia. Un obiectiv la fel de important este utilizarea acestui model ca sursă a celor mai importante informații necesare pentru modelul AOTM dezvoltat de autor (analiza obiectelor teritoriale multisectoriale). Acest model de planificare a sistemelor de producție regional-ramură a participanților independenți ai corporației, prezicându-și comportamentul pe baza abordării jocului. Aici, pentru a schimba strategiile aplicate, este necesar să existe informații "semnal" extra-sistem, în care se presupune utilizarea ratelor de creștere a PIB-ului. Noutatea muncii constă în alegerea factorilor de prognoză - instrumentele financiare primare și secundare de tranzacționare a energiei și a materiilor prime, denumite în mod condiționat derivate pe mărfuri. De asemenea, în această lucrare, pentru prima dată, în raport cu clasa de astfel de sarcini, se introduc principiile de imitație comportamentală, conform cărora tehnologia de luare a deciziilor corespunde reprezentărilor și cunoștințelor managerilor și oficialilor care conduc și coordonează procesele din economie, decât analiștii, care studiază aceste procese. Articolul demonstrează rolul energiei în formarea PIB - modelul AOTM, care permite influențarea economiei prin intermediul managementului orientativ al statului pentru atingerea obiectivelor macroeconomice, face posibilă creșterea volumelor disponibile de transportatorii de energie pentru export - de exemplu, pentru funcționarea noului centru de gaze din UE.

**Cuvinte-cheie:** produsul intern brut, modelul econometric, energia, mărfurile, derivatele, imitațiile comportamentale.

## Модель прогноза валового внутреннего продукта России в зависимости от финансовых инструментов торговли энергетическими и сырьевыми товарами

Самков Т.Л.

Новосибирский государственный технический университет  
Новосибирск, Российская Федерация

**Аннотация.** Объектом исследования являются методологии прогноза роста валового внутреннего продукта (ВВП) для сложных социально-экономических систем, спроецированная на Российскую Федерацию. Основной целью работы является выявление важнейших факторов, влияющих на изменение ВВП, и разработка эконометрической модели его прогноза для российской экономики с приведением методологии ее использования. Не менее важной целью является использование указанной модели как источника важнейшей информации, необходимой для разработанной автором модели АТМО (анализа территориальных мультисекторных объектов). Эта модель планирования регионально-отраслевых производственных систем независимых корпоративных участников, предсказывающая их поведение на основе игрового подхода. Здесь, для смены применяемых стратегий, необходима внесистемная «сигнальная» информация, в качестве которой и предполагается использование темпов роста ВВП. Новизна работы заключается в выборе факторов прогнозирования - первичных и вторичных финансовых инструментов торговли энергетическими и сырьевыми товарами, условно называемых сырьевыми деривативами. Также в этой работе впервые, применительно к классу таких задач, вводится принципа поведенческой имитации, согласно которой технология принятия решений соответствует скорее представлениям и знаниям менеджеров и чиновников, руководящих и координирующих процессами в экономике, чем аналитиков, эти процессы изучающих. Модель прогноза отражает «усредненный» взгляд указанных лиц, принимающих решение, на природу зависимости ВВП от торговли конкретными товарами. Такими товарами представляются нефть, газ, уголь, электроэнергия, зерно, золото, серебро, сталь, алюминий, медь – и предполагается, что данный набор частично или полностью будет использован практически любым руководителем для прогноза ВВП в качестве ориентира дальнейшего поведения своего предприятия. В статье продемонстрирована роль энергетики в формировании ВВП – модель АТМО, позволяя повлиять на экономику средствами государственного индикативного управления для достижения макроэкономических целей, дает возможность увеличения доступных объемов энергоносителей для экспорта – например для функционирования формирующегося газового хаба в ЕС.

**Ключевые слова:** валовой внутренний продукт, эконометрическая модель, энергетический, сырьевой, дериватив, поведенческая имитация.

### Введение

В настоящее время актуальной становится проблема осуществления средне- и долгосрочного планирования в промышленности, с учетом ряда факторов, оказывающих воздействие на ее функционирование:

- необходимость импортозамещения значительной части промышленной и сельскохозяйственной продукции;
- нестабильность мировых цен на энергоресурсы, остающихся главным источником финансирования экономики РФ;
- контроль государством большинства крупнейших отечественных активов в промышленности.

При управлении производством имеется ряд факторов, осложняющих его успешную реализацию на практике. В первую очередь, это непредсказуемость макроэкономических событий, воздействующих на хозяйственную деятельность промышленных объектов.

Для российских предприятий главным показателем, отражающим влияние

указанных событий, является рост экономики, как правило отождествляемый соответствующими ЛПР аналитиками с ростом ВВП страны.

В силу этого топ-менеджеры предприятий, при планировании дальнейшей деятельности и смены применяемой стратегии, вынуждены учитывать общесистемные тенденции в рамках российской экономики, чьей важнейшей характеристикой является показатель роста ВВП страны.

Выбор ВВП как «сигнальной» информации при принятии решений в области производства продиктован его агрегированным характером и значением как важнейшего фактора описания состояния экономики в восприятии подавляющего большинства ЛПР в нашей стране.

Это утверждение, как и последующие положения о методологии прогноза роста ВВП, базируются на вводимом здесь принципе *поведенческой имитации деятельности* для ЛПР в социально-экономических системах, в т.ч. на предприятиях тех или иных отраслей в

конкретном регионе и для их совокупности.

Принцип *поведенческой имитации деятельности* состоит в том, чтобы моделировать поведение хозяйствующих субъектов исходя не из некоторой целесообразности стратегии для него, а основываясь на психологии топ-менеджера или собственника, управляющего указанным субъектом.

Применять данный принцип следует, ориентируясь на наиболее часто встречающиеся представления руководителей при принятии решений. Практические подходы к решению задач этими специалистами и оптимизация ими бизнес-процессов зачастую неформальными путями, определяет, в рамках указанного принципа, достаточно простой подход к анализу экономической ситуации и выработке стратегии на его основе.

Применительно к оценке важности ВВП для разработки указанных стратегий в рамках среднесрочного планирования, значимость данного показателя обуславливается, с т.з. большинства ЛПР, его усредненным характером. Другие показатели, характеризующие развитие экономики, в глазах руководителей, связаны с объемами производства товаров, в особенности топливно-энергетических и энергоемких. Но поскольку цены на последние сильно подвержены мировой конъюнктуре и испытывают сильные колебания, то ориентироваться на них руководители не считают нужным. А вот производные инструменты, в виде ценных бумаг представляют определенной формой упорядоченного циркулирования объемов продаваемых товаров на биржах – и, в этом качестве, могут служить наиболее важными факторами формирования ВВП в России. Подобные суждения среди собственников и топ-менеджеров поддерживаются еще и мнениями о том, что тенденции в экономике определяют финансовые структуры, часто занимающиеся спекулятивными операциями.

В этих условиях ход мыслей ЛПР достаточно прост - изменение ВВП определяется совокупностью основных финансовых инструментов, используемых при торговле энергетическими и сырьевыми энергоемкими продуктами.

## **I. ПРАКТИКА ПРОГНОЗА ДИНАМИКИ ВВП**

Роль потребления энергии в мире, во всех

ее формах, учитывая, с одной стороны, ее потребление в т.ч. и в виде всех видов энергоносителей, с другой стороны со стороны различных секторов экономики, не всегда воспринимаемых как энергоемкие, подчеркивается в [1]. Однако при этом приходится учитывать эти факторы в силу связи ВВП с потреблением энергии как суммы спроса со стороны сотен микроэкономических секторов, таких как китайское дорожно-транспортное хозяйство и российский металлургический сектор, определяющих долгосрочные корреляции в планировании спроса на электроэнергию по в рамках подхода «снизу-вверх».

Многие авторитетные сообщества разрабатывают для ЕС энергетические сценарии, в которых приведен анализ энергетической ситуации в ЕС, в т.ч. с учетом энергоэффективности ее экономики [2]. В их основу легли ряд эффектов, влияющих на энергоэффективность, такие как прогнозы ВВП, технологического развития и видения экономической структуры. Наиболее интересные из них – сценарии Всемирного энергетического Совета (ВЭС), «Гринпис Интернэшнл» и «Роял Датч Шелл».

В рамках первого сценария дается два варианта использования альтернативных источников энергии (при этом мало определяющих рост ВВП). Первичная энергоемкость (энергопотребление / ВВП) снизится на 50% - 53% предполагается, что только половина энергия будет необходима, чтобы получить тот же рост ВВП. Сценарий ВЭС показывает, что энергоэффективность и энергосбережение необходимы для поддержания энергетического баланса, при условии изменения поведения потребителей и некоторых финансовых инвестиций. В рамках второго сценария (от Гринписа) растет роль возобновляемых источников энергии. В сценарии «Роял Датч Шелл» рассматривается использование энергоресурсов как независимыми потребителями, по-разному и неэффективно использующими энергию, так и совместное использование энергии, повышающее энергобезопасность.

Все три сценария предусматривают, с учетом роста использования атомной энергетики и биотоплива, расхождение тенденций изменения мирового ВВП и потреблением энергии.

Безусловно, несмотря на влияние энергетического сектора на динамику

изменения ВВП, это явление не будет иметь место в будущем – в т.ч. и в российской экономике. Это происходит, так как в своем развитии большинство стран проходят через ряд фаз:

- аграрное общество, сопровождающееся быстрым ростом населения;
- индустриальное государство с большим потреблением энергии;
- постиндустриальная экономика, где высока доля менее энергоемкого сектора услуг и подушевой ВВП, опережающий рост энергопотребления [3].

Поэтому все основные страны будут демонстрировать тенденцию к снижению интенсивности энергоснабжения.

Глобализация способствует стандартизации используемых технологий и конвергенции энергоемкости экономик. Но скорость снижения зависит от многих факторов: изменения в типе продукта, отраслевая структура ВВП (рост сектора услуг сокращает потребление энергии), возможность перехода к энергосберегающим технологиям и наличие инвестиционных ресурсов для их реализации.

Что же касается российской экономики, то энергетический сектор в 2015 году обеспечил более 30% ВВП и 56% иностранных доходов от экспорта, почти четверть всех инвестиций в национальную экономику. Тем не менее прогнозируется, что ее вклад ВВП упадет примерно в полтора раза - с 31% в 2015 году до 13-17% (в зависимости от сценария). Но основные изменения в топливно-энергетическом секторе произойдут не ранее 2040 года (снижение ВВП производственного сектора, доли экспорта энергоресурсов в ВВП, доли инвестиций в ВВП энергетического сектора).

При этом, существует общепризнанная взаимосвязь между экономическим ростом и спросом на нефть [4], подтвержденная эмпирически. Однако взаимосвязь между ВВП и спросом на нефть либо слишком упрощена, либо часто не ясна, чтобы объяснить тенденции потребления нефти, с изменениями в совокупных уровнях активности в каждом крупном секторе конечного использования; а также изменениями в структуре деятельности в каждом секторе.

Отдельным примером таких теоретических выкладок относительно причинно-следственной связи продаж нефти,

и в частности, цен на нее может служить анализ последствий высоких цен на нефть в перспективе до 2050 г. [5]. В случае высоких цен на нефть, отсутствие глобальных инвестиций в нефтяной сектор будет причиной повышения цен, что ведет к росту добычи со стороны производителей, не входящих в ОПЕК. Более высокие цены стимулируют увеличение поставок более дорогостоящих ресурсов, в том числе нефти и битума, а также приводят к значительному росту выпуска биотоплива и топлива, получаемого в результате газожидкостной конверсии и ожижения углей. Объем добычи нефти ОПЕК увеличится, а доля ОПЕК в мировом производстве тем не менее сократится. Основной причиной роста спроса в случае высоких цен на нефть является высокий экономический рост, особенно в развивающихся странах, где потребители требуют большей мобильности населения и потребления товаров.

Не только нефть, как товар, оказывает воздействие на ВВП.

После череды кризисов, в первую очередь разразившегося в 2008 г., индикаторами ее устойчивого восстановления и роста служат ряд сырьевых товаров - либо энергоносители, либо просто энергоемкая продукция [6].

В качестве такой продукции рассматриваются сырая нефть, золото, медь, цинк, алюминий, зерно пшеницы и ряд других. При этом, с одной стороны важным индикатором является объем наличных запасов этой продукции, особенно металлов на таможенных складах – его рост свидетельствует о значительном наращивании мирового производства этой продукции. С другой стороны, динамика изменения цен на данную продукцию прямо влияет на спрос в соответствующих сегментах рынка, создавая тем самым контур обратной связи, способный, например, обратить вспять рост мировой экономики и ВВП.

Однако не только цены на энергоносители и сырье оказывают значительное влияние на ВВП, но и объемы инвестиций в производство указанных товаров, часто принимающий вид покупки первичных и вторичных финансовых инструментов оборота этих товаров на сырьевых биржах мира и РФ.

При падении экономического роста наблюдается резкое замедление роста

инвестиций в экспортирующих сырье странах с формирующейся рыночной экономикой и развивающихся странах, к которым и относится Россия [7]. Экспортно-сырьевые страны имеют ограниченные возможности для реализации финансовых или денежных стимулов с учетом слабых доходов из-за исторически низких цен на сырьевые товары и высоких темпов инфляции.

Стимулирование роста государственных и частных инвестиций, привлечение прямых иностранных инвестиций, в долгосрочной перспективе должны улучшить перспективы роста ВВП таких стран.

В крупных развивающихся странах и странах с переходной экономикой рост инвестиций заметно замедлился в последние годы [8]. Как и в развитых странах, резкое снижение инвестиций в сырьевой сектор оказало влияние на рост инвестиций, особенно в Бразилии, Российской Федерации и Южной Африки. В России снижение также отражает влияние международных санкций на доступ к капиталу и деловые настроения. В случае Китая, более слабый рост инвестиций отражает большую избыточность мощностей в ряде промышленных отраслей, в т.ч. железо и сталь, цемент и сектор солнечной энергетики в результате слабого рыночного спроса и более высоких корпоративных цен финансирования.

При этом, сами финансовые инвестиции практически не оказывают влияния на цены на энергетические и сырьевые товары - они скорее определяются фундаментальными характеристиками рынка, в особенности тенденциями рынков оборота финансовых инструментов купли-продажи энергоносителей и сырьевых продуктов [9]. Финансовые инвестиции являются неотъемлемой частью торговли товарами. Участники рынка, хеджирующие свои риски, как правило, держат чистые короткие позиции; с другой стороны, финансовые инвесторы используют длинные позиции как инструмент хеджирования против инфляции и для диверсификации портфеля. Таким образом, обе стороны получают выгоду - финансовые инвестиции обеспечивают ликвидность рынка и уравнивают позиции.

Инвестиции в сырьевые рынки часто называют «спекуляцией» в силу их связи с ростом потоков сырьевых фондов и цен на сырьевые товары. Восходящие тенденции и

неустойчивость цен на продовольствие, нефть и другие сырьевые товары усугубляют инфляционные риски и препятствуют устойчивости роста ВВП в развитых и развивающихся странах.

Однако спекуляция не происходит в отсутствие фундаментальных показателей: она облегчает обработку новой информации на спотовых и фьючерсных товарных рынках в ответ на изменения в фундаментальных факторах спроса и предложения, влияя, в т.ч. на волатильность цен на них.

Рост цен на сырьевые товары и нестабильность рассматривают в разрезе устойчивого роста спроса (в основном на развивающихся рынках) и регулярного регулирования предложения в виде ограничения позиций в торговле товарными деривативами, показывая их роль в изменении ВВП.

Даже с корректным выбором факторов, влияющих на изменение ВВП, указанных выше, его прогноз представляет достаточно сложную задачу, решаемую в современных работах путем создания математических моделей сложных, нелинейных процессов, например, для прогноза по ВВП Канады [10].

Здесь используется нелинейный ряд с использованием переменных в степени до 3-го порядка, где коэффициенты определяются по данным о канадском ВВП наряду со значимыми экономическими показателями, такими как краткосрочная процентная ставка, долгосрочная процентная ставка, индекс потребительских цен, ожидаемая инфляция, валютные и валовые депозиты до востребования. Отметим важность финансовых показателей в прогнозах подобного рода, подтверждающих ранее сделанные выводы. Сложные процессы в финансах и экономике могут потребовать модификации или задействования новых моделей, которые должны совершенствовать прежние модели.

Таким образом, в настоящий момент отсутствуют некие «абсолютно безошибочные» модели предсказания динамики ВВП как на мировом уровне, так и уровне стран, которые бы обеспечивали его точный прогноз.

В подтверждение этой мысли можно привести опыт анализа относительных показателей искусственных нейронных сетей по сравнению с традиционными моделями временных рядов и структурными

эконометрическими моделями при прогнозировании роста ВВП для отдельных стран Африки с использованием ежеквартальных данных за период с 1970 по 2016 год [11]. Используя абсолютные и относительные показатели эффективности прогноза, результаты показывают, что искусственные нейронные сети во многих случаях работают лучше, чем структурные эконометрические модели и модели ARIMA.

Но при этом системы нейронных сетей также способны вводить в заблуждение и давать ошибочные прогнозы для определенных массивов данных. Поэтому иногда следует сопоставить прогнозы по моделям нейронных сетей с прогнозами по структурным эконометрическим моделям.

Более простым методом, чем верификация авторегрессионных моделей нейронными, является использование нелинейности в прогнозных моделях ВВП. Ее роль состоит в учете повторяемости экономических процессов с перманентной сменой их тренда в ходе протекания во времени.

Исходя из практики прогнозирования изменения ВВП для сырьевых экономик, ориентированных на экспорт, стремящихся достичь устойчивого развития, имеется ряд способов учесть эту нелинейность [12]:

- покомпонентное логарифмирование (обычно используя натуральный логарифм) обеих частей регрессионного уравнения;
- использование различных функций производственного типа, обычно в виде произведения степеней факторов – примером является функция Кобба-Дугласа;
- применение экспоненциальной функции как базы описания экономической динамики, в силу ее роли как основы решения систем дифференциальных уравнений;
- задействование отношений факторов и их значений за предшествующий период.

Метод прогнозирования ВВП в [13] использует модель, обобщающую одномерную авторегрессионную модель для включения нескольких переменных (модель VAR). В нее входят три временных ряда эндогенных переменных: реальный ВВП, использование производственных мощностей США и доходность казначейства (процентная ставка) по трехмесячным казначейским векселям. Каждой из этих переменных соответствует одно уравнение. Пусть:

- $G$  – ВВП ( $G_t$  = ВВП в момент времени  $t$ ,  $GDP_{t-1}$  = ВВП в момент времени  $t-1$ , и т.д.)

- $C$  – использование производственных мощностей

- $R$  – казначейские векселя (3 месяца)

Тогда модель принимает следующий вид:

$$G_t = \alpha_g + \beta_{gg1}G_{t-1} + \beta_{gc1}C_{t-1} + \beta_{gr1}R_{t-1} + \beta_{gg2}G_{t-2} + \beta_{gc2}C_{t-2} + \beta_{gr2}R_{t-2} + \varepsilon_g, \quad (1)$$

$$C_t = \alpha_c + \beta_{cg1}G_{t-1} + \beta_{cc1}C_{t-1} + \beta_{cr1}R_{t-1} + \beta_{cg2}G_{t-2} + \beta_{cc2}C_{t-2} + \beta_{cr2}R_{t-2} + \varepsilon_c, \quad (2)$$

$$R_t = \alpha_r + \beta_{rg1}G_{t-1} + \beta_{rc1}C_{t-1} + \beta_{rr1}R_{t-1} + \beta_{rg2}G_{t-2} + \beta_{rc2}C_{t-2} + \beta_{rr2}R_{t-2} + \varepsilon_r. \quad (3)$$

Переменные, включенные в другую авторегрессионную модель [14], образуют вектор  $X_t = (\Delta tot_t, \Delta y_t, ca_t)$ , где  $\Delta tot_t$  – временной лаг объемов торговли,  $\Delta y_t$  представляет временной лаг реального ВВП,  $ca_t$  определяется как платежный баланс в процентах от ВВП. Предполагается рекурсивная связь - выпуск и платежный баланс будут реагировать на изменения объемов торговли с течением времени:

$$\Delta tot_t = \theta_{11,0}\varepsilon_{tot,t} + \Theta_1\varepsilon_{t-1} + \dots, \quad (4)$$

$$\Delta y_t = \theta_{21,0}\varepsilon_{tot,t} + \theta_{22,0}\varepsilon_{y,t} + \Theta_1\varepsilon_{t-1} + \dots, \quad (5)$$

$$ca_t = \theta_{31,0}\varepsilon_{tot,t} + \theta_{32,0}\varepsilon_{y,t} + \theta_{33,0}\varepsilon_{ca,t} + \Theta_1\varepsilon_{t-1} + \dots. \quad (6)$$

где  $\varepsilon_{tot}$  – влияние объемов торговли,  $\varepsilon_y$  является воздействием совокупного спроса на всю производимую продукцию, и  $\varepsilon_{ca}$  - это объем платежного баланса.

В [15] рассмотрена эконометрическая модель квартальной динамики ВВП и уровня занятости. Модель включает такие переменные, как ВВП ( $GDP$ ) и уровень безработицы, обозначаемый  $Rt\_unpl$  с 5-ю временными лагами. Также принимается во внимание экспортная составляющая ( $Exp$ ) с запаздыванием на 1-ый и 3-ий временные периоды. Кроме того, модель включает в себя ставку залогового кредита, обозначаящую  $Rt\_Cred$  и денежную массу  $M2$ :  $GDP$

$$GDP = const_{GDP} + \sum_{i=0}^5 \alpha_i GDP_{-i} + \sum_{i=0}^5 \beta_i Rt\_unpl_{-i} + \gamma_0 Exp + \gamma_1 Exp_{-1} + \gamma_3 Exp_{-3} + \sum_{i=0}^{2\sqrt{3}} \zeta_i t^i + \sum_{i=0}^5 \rho_i M2_{-i} + \sum_{i=0}^5 \varepsilon_i Rt\_Cred + \lambda_i + \xi_i. \quad (7)$$

В рамках исследования [16] с целью изучить влияние либерализации торговли на экономический рост (*GROWTH*), в модель, его описывающую включают либерализацию (*LIBER*), цены на нефть (*GROIL*), долгосрочные долги (*GDEBT*), обслуживание долга (*DEBTSIMP*) и мировой процентной ставкой (*CINTEREST*), отношения стоимости экспорта и удельной стоимости импорта (*PPI*), темпы роста развитых стран (*ADVGR*):

$$GROWTH_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}PPI_{it} + \beta_{2i}ADVGR_{it} + \beta_{3i}LIBER_{it} + \beta_{4i}GROIL_{it} + \beta_{5i}GDEBT_{it} + \beta_{6i}DEBTSIMP_{it} + \beta_{7i}CINTEREST_{it} + v_{it}, \quad (8)$$

$i = 1, 2, \dots, 42$  (страны),  
 $t = 1, 2, \dots, 31$  (временные периоды).

Одним из направлений прогноза тенденций динамики ВВП, рассматриваемого как показатель на душу населения, это исследование влияния недооцененности национальной валюты страны на экономический рост [17]:

$$\ln GDPpc_{it} = \omega \cdot \ln GDPpc_{i,t-1} + \delta \cdot UNDERVAL_{it} + \gamma \cdot RER\ volatility_{it} + \text{Cur. dep. with bank crisis}_{it} + \text{Cur. dep. without bank crisis}_{it} + f_i + f_t + v_{it}, \quad (9)$$

где

- $i$  - номер страны;
- $t$  - период времени;
- $GDPpc$  - реальный ВВП на душу населения;
- $UNDERVAL$  - показатель недооцененности реального валютного курса;
- $RER\ volatility$  - волатильность реального валютного курса;
- $\text{Cur. dep. with bank crisis}$  - крупномасштабная девальвация валюты, связанная с кризисом в банковской сфере;
- $\text{Cur. dep. without bank crisis}$  - крупномасштабная девальвация валюты, не связанная с кризисом в банковской сфере;
- $f_i$  - случайная ошибка переменной  $GDPpc$  при наблюдении в  $i$ -ой стране;
- $f_t$  - случайная ошибка переменной  $GDPpc$  при наблюдении на временном периоде  $t$ ;
- $v_{it}$  - случайная ошибка переменной  $GDPpc$  при наблюдении в  $i$ -ой стране на временном периоде  $t$ .

Еще одним итогом данной работы является подчеркивание роли биржевых рынков, где и осуществляются операции по купле-продаже валюты, в т.ч. развивающихся

стран и стран с переходной экономикой на рост или падение ВВП с течением времени. При этом на этих рынках осуществляются и другие операции, также влияющие на ВВП.

В [18] приведена регрессия, связывающая экономический рост (выражается ростом ВВП) и процессы, протекающие на бирже:

$$\ln(Y_t) = \alpha_t + \gamma_1 \ln(X_{t-2}) + \gamma_2 \ln(Z_{t-2}) + \gamma_3 \ln(Q_{t-2}) + \gamma_4 \ln(W_{t-2}) + \hat{h}_{it}, \quad (10)$$

где

- $X$  - объем сделок на бирже за год  $t-2$ ;
- $Z$  - стоимость сделок на бирже в год  $t-2$ ;
- $Q$  - торговля капиталом на бирже в году  $t-2$ ;
- $W$  - число эмитентов на бирже в год  $t-2$ ;
- $Y_t$  - рост ВВП на душу населения в году  $t$ .

Предполагается положительная связь между развитием рынка капитала и макроэкономическим развитием (с временным отставанием в два года).

Переходя от собственно сделок на фондовом рынке к наиболее важным товарам, по производным финансовым инструментам торговли которыми и заключаются указанные сделки, можно рассмотреть зависимость ВВП от сбыта на фондовом рынке (в виде потребления) нефти в мире [19]:

$$GM_t = \left( \prod_{i=1}^N gdp_{i,b,t}^{sh_i} \right)^{1/\sum_{i=1}^N sh_i}, \quad (11)$$

где  $GM_t$  - это среднее геометрическое в момент времени  $t$ ;  $GDP_{i,b,t}$  - ВВП для страны  $i$ , с базового года  $b$ , в момент времени  $t$ ; и  $sh_i$  - доля страны  $i$  по потребления нефти по отношению к мировому.

В [20] приведена модель для экономики США, содержащая элементы «поведенческой имитации деятельности» топ-менеджеров ряда отраслей экономики США:

$$DGDP_t = a + \beta_1 CSI_{t-1} + \beta_2 NAHB_{t-2} + \beta_3 NAPM_{t-1} + \beta_4 NAPM_{t-2} + \beta_5 LEAD_{t-2} \quad (12)$$

где  $DGDP$  – процентное изменение реального ВВП,  $CSI$  – индекс потребительских настроений,  $NAHB$  - индекс настроений в строительной отрасли,  $NAPM$  - индекс производственной активности, отражающий мнения членов Национальной ассоциации менеджеров по закупкам и  $LEAD$  - денежная



## II. НЕДОСТАТКИ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА ВВП

Приведенный обзор позволяет сделать ряд выводов по принципам прогноза роста ВВП:

- в настоящее время рост ВВП определяется объемами выпуска и потребления наиболее ликвидных товаров, энергетических и сырьевых;
- в значительной мере рост ВВП зависит от сырьевых деривативов;
- формальные методы и модели прогноза роста ВВП неточны - как видно из обзора, большее понимание динамики ВВП демонстрируют скорее государственные чиновники и менеджеры крупнейших корпораций, чем аналитики, которые разрабатывают данные методы и модели.
- большинство моделей прогноза ВВП представляют собой уравнения авторегрессии либо регрессии, учитывающие предшествующие тенденции в экономике, и имеющие риск потерять свою актуальность при их смене;
- объясняющие свойства существующих моделей прогноза роста ВВП относительно невелики – в рассмотрение включаются отдельно взятые макроэкономические параметры и отдельно взятые критически важные товары, но отсутствует комплексное рассмотрение причин того или иного изменения величины ВВП;
- практически очень мало затрагиваются вопросы отражения мнений топ-менеджеров и собственников крупных корпораций на характер трендов, определяющих рост или

падение величины ВВП;

- основным приемом, учитывающим нелинейность процессов в экономике, ведущих к созданию ВВП, является на практике применение натурального логарифма для сглаживания их нелинейности – и эта методология доказала свою адекватность в рамках прогнозирования ВВП.

## III. СТРУКТУРА МОДЕЛИ ПРОГНОЗА РОСТА ВВП

Исходя из выше сказанного разработана модель прогнозирования роста ВВП России на основе ряда первичных и вторичных финансовых инструментов, торгуемых на биржах РФ. Эти инструменты рассмотрены в контексте продажи наиболее ликвидных и важных товаров для отечественной экономики. Выпуском и сбытом этой продукции занимаются крупные компании, и для единой оценки влияния их деятельности на рост ВВП указанные инструменты возьмем как усредненные величины.

Указанные инструменты являются полным набором факторов, принимаемых во внимание менеджерами в качестве ориентиров при предсказании роста ВВП – не все они обязательно будут применены, но при этом не используются практически никакие другие факторы прогноза.

Приведем две составляющие для построения показателей модели:

Таблица 1. - Список товаров и видов финансовыз инструментов, используемых в прогнозе ВВП

Товары, торгуемые на бирже (с английским обозначением)	Финансовые инструменты для прогноза роста ВВП (с английским обозначением)
- нефть ( <i>ol</i> ); - газ ( <i>gs</i> ); - уголь ( <i>cl</i> ); - электроэнергия ( <i>eg</i> ); - зерно ( <i>wt</i> ); - золото ( <i>gl</i> ); - серебро ( <i>sl</i> ); - сталь ( <i>ir</i> ); - алюминий ( <i>al</i> ); - медь ( <i>cp</i> ).	- акции компаний-производителей ( <i>ac</i> ); - форварды ( <i>fo</i> ); - фьючерсы ( <i>fu</i> ); - опционы ( <i>op</i> ); - свопы ( <i>sw</i> ).

В рамках разработанной модели, считаем, что показатели, по которым будет прогнозироваться темп роста ВВП России, одинаковы во всех регионах и отраслях, т.е. будут восприниматься как одни и те же всеми участниками российского рынка. Позже, в ходе развития региональных и даже онлайн

отделений общероссийских бирж, можно предполагать различие в использовании предприятиями финансовых инструментов, в зависимости от их региональных котировок. Тогда разным индексам при конкретном финансовом показателе, будут соответствовать разные значения, а

прогнозироваться будет не рост ВВП России, а рост ВРП регионов. При этом величина роста ВВП может принимать и отрицательные, и нулевые значения.

Модель может быть линейной зависимостью роста ВВП России  $y^{(fd)}$  от ряда показателей. Это совокупность первичных и вторичных финансовых инструментов,

реализуемых в отношении набора критически важных для экономики РФ товаров с соответствующими коэффициентами.

Выбор инструментов и товаров является субъективным процессом, проистекая от возможных предпочтений тех ЛПР, которые этим прогнозом и воспользуются, а их объединение в модель имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 f y^{(fd)} = & f c^{(acol)} . f p^{(acol)} + f c^{(fool)} . f p^{(fool)} + f c^{(fuol)} . f p^{(fuol)} + f c^{(opol)} . f p^{(opol)} + f c^{(swol)} . f p^{(swol)} + \\
 & + f c^{(acgs)} . f p^{(acgs)} r_i + f c^{(fogs)} . f p^{(fogs)} + f c^{(fugs)} . f p^{(fugs)} + f c^{(opgs)} . f p^{(opgs)} + f c^{(swgs)} . f p^{(swgs)} r_i + \\
 & + f c^{(accl)} . f p^{(accl)} + f c^{(focl)} . f p^{(focl)} + f c^{(fucl)} . f p^{(fucl)} + f c^{(opcl)} . f p^{(opcl)} + f c^{(swcl)} . f p^{(swcl)} + \\
 & + f c^{(aceg)} . f p^{(aceg)} + f c^{(foeg)} . f p^{(foeg)} + f c^{(fueg)} . f p^{(fueg)} + f c^{(opeg)} . f p^{(opeg)} + f c^{(sweg)} . f p^{(sweg)} + \\
 & + f c^{(acwt)} . f p^{(acwt)} + f c^{(fowt)} . f p^{(fowt)} + f c^{(fuwt)} . f p^{(fuwt)} + f c^{(opwt)} . f p^{(opwt)} + f c^{(swwt)} . f p^{(swwt)} + \\
 & + f c^{(acgl)} . f p^{(acgl)} + f c^{(fogl)} . f p^{(fogl)} + f c^{(fugl)} . f p^{(fugl)} + f c^{(opgl)} . f p^{(opgl)} + f c^{(swgl)} . f p^{(swgl)} + \quad (16) \\
 & + f c^{(acsl)} . f p^{(acsl)} + f c^{(fosl)} . f p^{(fosl)} + f c^{(fust)} . f p^{(fust)} + f c^{(opsl)} . f p^{(opsl)} + f c^{(swsl)} . f p^{(swsl)} + \\
 & + f c^{(acir)} . f p^{(acir)} + f c^{(foir)} . f p^{(foir)} + f c^{(fuir)} . f p^{(fuir)} + f c^{(opir)} . f p^{(opir)} + f c^{(swir)} . f p^{(swir)} + \\
 & + f c^{(acal)} . f p^{(acal)} + f c^{(foal)} . f p^{(foal)} + f c^{(fual)} . f p^{(fual)} + f c^{(opal)} . f p^{(opal)} + f c^{(swal)} . f p^{(swal)} + \\
 & + f c^{(accp)} . f p^{(accp)} + f c^{(focp)} . f p^{(focp)} + f c^{(fucp)} . f p^{(fucp)} + f c^{(opcp)} . f p^{(opcp)} + f c^{(swcp)} . f p^{(swcp)} .
 \end{aligned}$$

Модель имеет покомпонентный и матричный вид, использующий ряд векторов с индексом года  $f = 1, \dots, d$ , где  $d$  - число лет в выборке для прогноза):

Таблица 2. - Список векторов переменных и коэффициентов, используемых в прогнозе ВВП

Вектора коэффициентов при переменных модели	Вектора переменных модели
$C^{(acol)} = \{ f c^{(acol)} \}_d$ - параметров связи цен акций нефтяных компаний с ростом ВВП; $C^{(fuol)} = \{ f c^{(fuol)} \}_d$ - параметров связи цен фьючерсов на нефть с ростом ВВП; $C^{(fool)} = \{ f c^{(fool)} \}_d$ - параметров связи цен форвардов на нефть с ростом ВВП; $C^{(opol)} = \{ f c^{(opol)} \}_d$ - параметров связи цен опционов на нефть с ростом ВВП; $C^{(swol)} = \{ f c^{(swol)} \}_d$ - параметров связи цен свопов на нефть с ростом ВВП;	$P^{(acol)} = \{ f p^{(acol)} \}_d$ - цен акций нефтяных компаний; $P^{(fuol)} = \{ f p^{(fuol)} \}_d$ - цен фьючерсов на нефть; $P^{(fool)} = \{ f p^{(fool)} \}_d$ - цен форвардов на нефть; $P^{(opol)} = \{ f p^{(opol)} \}_d$ - цен опционов на нефть; $P^{(swol)} = \{ f p^{(swol)} \}_d$ - цен свопов на нефть;
$C^{(acgs)} = \{ f c^{(acgs)} \}_d$ - параметров связи цен акций газодобывающих компаний с ростом ВВП; $C^{(fugs)} = \{ f c^{(fugs)} \}_d$ - параметров связи цен фьючерсов на газ с ростом ВВП; $C^{(fogs)} = \{ f c^{(fogs)} \}_d$ - параметров связи цен форвардов на газ с ростом ВВП; $C^{(opgs)} = \{ f c^{(opgs)} \}_d$ - параметров связи цен опционов на газ с ростом ВВП; $C^{(swgs)} = \{ f c^{(swgs)} \}_d$ - параметров связи цен свопов на газ с	$P^{(acgs)} = \{ f p^{(acgs)} \}_d$ - цен акций газодобывающих компаний; $P^{(fugs)} = \{ f p^{(fugs)} \}_d$ - цен фьючерсов на газ; $P^{(fogs)} = \{ f p^{(fogs)} \}_d$ - цен форвардов на газ; $P^{(opgs)} = \{ f p^{(opgs)} \}_d$ - цен опционов на газ; $P^{(swgs)} = \{ f p^{(swgs)} \}_d$ - цен свопов на

<p>ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(accl)} = \{^f c^{(accl)}\}_d</math> - параметров связи цен акций угольных компаний с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(fucl)} = \{^f c^{(fucl)}\}_d</math> - параметров связи цен фьючерсов на уголь с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(focl)} = \{^f c^{(focl)}\}_d</math> - параметров связи цен форвардов на уголь с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(opcl)} = \{^f c^{(opcl)}\}_d</math> - параметров связи цен опционов на уголь с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(swcl)} = \{^f c^{(swcl)}\}_d</math> - параметров связи цен свопов на уголь с ростом ВВП;</p>	<p>газ;</p> <p><math>P^{(accl)} = \{^f p^{(accl)}\}_d</math> - цен акций угольных компаний;</p> <p><math>P^{(fucl)} = \{^f p^{(fucl)}\}_d</math> - цен фьючерсов на уголь;</p> <p><math>P^{(focl)} = \{^f p^{(focl)}\}_d</math> - цен форвардов на уголь;</p> <p><math>P^{(opcl)} = \{^f p^{(opcl)}\}_d</math> - цен опционов на уголь;</p> <p><math>P^{(swcl)} = \{^f p^{(swcl)}\}_d</math> - цен свопов на уголь;</p>
<p><math>C^{(aceg)} = \{^f c^{(aceg)}\}_d</math> - параметров связи цен акций генерирующих компаний с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(fueg)} = \{^f c^{(fueg)}\}_d</math> - параметров связи цен фьючерсов на электроэнергию с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(foeg)} = \{^f c^{(foeg)}\}_d</math> - параметров связи цен форвардов на электроэнергию с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(opeg)} = \{^f c^{(opeg)}\}_d</math> - параметров связи цен опционов на электроэнергию с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(sweg)} = \{^f c^{(sweg)}\}_d</math> - параметров связи цен свопов на электроэнергию с ростом ВВП;</p>	<p><math>P^{(aceg)} = \{^f p^{(aceg)}\}_d</math> - цен акций генерирующих компаний;</p> <p><math>P^{(fueg)} = \{^f p^{(fueg)}\}_d</math> - цен фьючерсов на электроэнергию;</p> <p><math>P^{(foeg)} = \{^f p^{(foeg)}\}_d</math> - цен форвардов на электроэнергию;</p> <p><math>P^{(opeg)} = \{^f p^{(opeg)}\}_d</math> - цен опционов на электроэнергию;</p> <p><math>P^{(sweg)} = \{^f p^{(sweg)}\}_d</math> - цен свопов на электроэнергию;</p>
<p><math>C^{(acwt)} = \{^f c^{(acwt)}\}_d</math> - параметров связи цен акций аграрных компаний с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(fuwt)} = \{^f c^{(fuwt)}\}_d</math> - параметров связи цен фьючерсов на зерно с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(fowt)} = \{^f c^{(fowt)}\}_d</math> - параметров связи цен форвардов на зерно с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(opwt)} = \{^f c^{(opwt)}\}_d</math> - параметров связи цен опционов на зерно с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(swwt)} = \{^f c^{(swwt)}\}_d</math> - параметров связи цен свопов на зерно с ростом ВВП;</p>	<p><math>P^{(acwt)} = \{^f p^{(acwt)}\}_d</math> - цен акций аграрных компаний;</p> <p><math>P^{(fuwt)} = \{^f p^{(fuwt)}\}_d</math> - цен фьючерсов на зерно;</p> <p><math>P^{(fowt)} = \{^f p^{(fowt)}\}_d</math> - цен форвардов на зерно;</p> <p><math>P^{(opwt)} = \{^f p^{(opwt)}\}_d</math> - цен опционов на зерно;</p> <p><math>P^{(swwt)} = \{^f p^{(swwt)}\}_d</math> - цен свопов на зерно;</p>
<p><math>C^{(acgl)} = \{^f c^{(acgl)}\}_d</math> - параметров связи цен акций золотодобывающих компаний с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(fugl)} = \{^f c^{(fugl)}\}_d</math> - параметров связи цен фьючерсов на золото с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(fogl)} = \{^f c^{(fogl)}\}_d</math> - параметров связи цен форвардов на золото с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(opgl)} = \{^f c^{(opgl)}\}_d</math> - параметров связи цен опционов на золото с ростом ВВП;</p> <p><math>C^{(swgl)} = \{^f c^{(swgl)}\}_d</math> - параметров связи цен свопов на золото с ростом ВВП;</p>	<p><math>P^{(acgl)} = \{^f p^{(acgl)}\}_d</math> - акций золотодобывающих цен компаний;</p> <p><math>P^{(fugl)} = \{^f p^{(fugl)}\}_d</math> - цен фьючерсов на золото;</p> <p><math>P^{(fogl)} = \{^f p^{(fogl)}\}_d</math> - цен форвардов на золото;</p> <p><math>P^{(opgl)} = \{^f p^{(opgl)}\}_d</math> - цен опционов на золото;</p> <p><math>P^{(swgl)} = \{^f p^{(swgl)}\}_d</math> - цен свопов на золото;</p>

Продолжение Таблицы 2.

Вектора коэффициентов при переменных модели	Вектора переменных модели
$C^{(acsl)} = \{ {}^f c^{(acsl)} \}_d$ - параметров связи цен акций горнорудных компаний с ростом ВВП; $C^{(fusl)} = \{ {}^f c^{(fusl)} \}_d$ - параметров связи цен фьючерсов на серебро с ростом ВВП; $C^{(fosl)} = \{ {}^f c^{(fosl)} \}_d$ - параметров связи цен форвардов на серебро с ростом ВВП; $C^{(opsl)} = \{ {}^f c^{(opsl)} \}_d$ - параметров связи цен опционов на серебро с ростом ВВП; $C^{(swsl)} = \{ {}^f c^{(swsl)} \}_d$ - параметров связи цен свопов на серебро с ростом ВВП;	$P^{(acsl)} = \{ {}^f p^{(acsl)} \}_d$ - цен акций горнорудных компаний; $P^{(fusl)} = \{ {}^f p^{(fusl)} \}_d$ - цен фьючерсов на серебро; $P^{(fosl)} = \{ {}^f p^{(fosl)} \}_d$ - цен форвардов на серебро; $P^{(opsl)} = \{ {}^f p^{(opsl)} \}_d$ - цен опционов на серебро; $P^{(swsl)} = \{ {}^f p^{(swsl)} \}_d$ - цен свопов на серебро;
$C^{(acir)} = \{ {}^f c^{(acir)} \}_d$ - параметров связи цен акций сталелитейных компаний с ростом ВВП; $C^{(fuir)} = \{ {}^f c^{(fuir)} \}_d$ - параметров связи цен фьючерсов на сталь с ростом ВВП; $C^{(foir)} = \{ {}^f c^{(foir)} \}_d$ - параметров связи цен форвардов на сталь с ростом ВВП; $C^{(opir)} = \{ {}^f c^{(opir)} \}_d$ - параметров связи цен опционов на сталь с ростом ВВП; $C^{(swir)} = \{ {}^f c^{(swir)} \}_d$ - параметров связи цен свопов на сталь с ростом ВВП;	$P^{(acir)} = \{ {}^f p^{(acir)} \}_d$ - цен акций сталелитейных компаний; $P^{(fuir)} = \{ {}^f p^{(fuir)} \}_d$ - цен фьючерсов на сталь; $P^{(foir)} = \{ {}^f p^{(foir)} \}_d$ - цен форвардов на сталь; $P^{(opir)} = \{ {}^f p^{(opir)} \}_d$ - цен опционов на сталь; $P^{(swir)} = \{ {}^f p^{(swir)} \}_d$ - цен свопов на сталь;
$C^{(acal)} = \{ {}^f c^{(acal)} \}_d$ - параметров связи цен акций алюминиевых компаний с ростом ВВП; $C^{(fual)} = \{ {}^f c^{(fual)} \}_d$ - параметров связи цен фьючерсов на алюминий с ростом ВВП; $C^{(foal)} = \{ {}^f c^{(foal)} \}_d$ - параметров связи цен форвардов на алюминий с ростом ВВП; $C^{(opal)} = \{ {}^f c^{(opal)} \}_d$ - параметров связи цен опционов на алюминий с ростом ВВП; $C^{(swal)} = \{ {}^f c^{(swal)} \}_d$ - параметров связи цен свопов на алюминий с ростом ВВП;	$P^{(acal)} = \{ {}^f p^{(acal)} \}_d$ - цен акций алюминиевых компаний; $P^{(fual)} = \{ {}^f p^{(fual)} \}_d$ - цен фьючерсов на алюминий; $P^{(foal)} = \{ {}^f p^{(foal)} \}_d$ - цен форвардов на алюминий; $P^{(opal)} = \{ {}^f p^{(opal)} \}_d$ - цен опционов на алюминий; $P^{(swal)} = \{ {}^f p^{(swal)} \}_d$ - цен свопов на алюминий;
$C^{(accp)} = \{ {}^f c^{(accp)} \}_d$ - параметров связи цен акций медеплавильных компаний с ростом ВВП; $C^{(fucp)} = \{ {}^f c^{(fucp)} \}_d$ - параметров связи цен фьючерсов на медь с ростом ВВП; $C^{(focp)} = \{ {}^f c^{(focp)} \}_d$ - параметров связи цен форвардов на медь с ростом ВВП; $C^{(opcp)} = \{ {}^f c^{(opcp)} \}_d$ - параметров связи цен опционов на медь с ростом ВВП; $C^{(swcp)} = \{ {}^f c^{(swcp)} \}_d$ - параметров связи цен свопов на медь с ростом ВВП;	$P^{(accp)} = \{ {}^f p^{(accp)} \}_d$ - цен акций медеплавильных компаний; $P^{(fucp)} = \{ {}^f p^{(fucp)} \}_d$ - цен фьючерсов на медь; $P^{(focp)} = \{ {}^f p^{(focp)} \}_d$ - цен форвардов на медь; $P^{(opcp)} = \{ {}^f p^{(opcp)} \}_d$ - цен опционов на медь; $P^{(swcp)} = \{ {}^f p^{(swcp)} \}_d$ - цен свопов на медь;

Линейную модель выше удобнее вводим следующие матрицы, одну из них – для представить в матричном виде, для чего нелинейной модели:

$$C^{(fd)} = \begin{bmatrix} \underbrace{\quad}_{\text{акции}} & \underbrace{\quad}_{\text{фьючерсы, форварды, опционы}} & \underbrace{\quad}_{\text{свопы}} \\ \underbrace{1_{c^{(acol)}} \quad \dots \quad 1_{c^{(accp)}}}_{\text{нефть}} & \dots & \underbrace{1_{c^{(swol)}} \quad \dots \quad 1_{c^{(swcp)}}}_{\text{медь}} \\ \underbrace{2_{c^{(acol)}} \quad \dots \quad 2_{c^{(accp)}}}_{\text{нефть}} & \dots & \underbrace{2_{c^{(swol)}} \quad \dots \quad 2_{c^{(swcp)}}}_{\text{медь}} \\ \dots & \dots & \dots \\ \underbrace{d_{c^{(acol)}} \quad \dots \quad d_{c^{(accp)}}}_{\text{нефть}} & \dots & \underbrace{d_{c^{(swol)}} \quad \dots \quad d_{c^{(swcp)}}}_{\text{медь}} \end{bmatrix} \cdot \quad (17)$$

это матрица параметров связи финансовых инструментов с ростом ВВП, где по столбцам указываются все финансовые инструменты по всем видам товаров.

$$P^{(fdl)} = \begin{bmatrix} \underbrace{\quad}_{\text{акции}} & \underbrace{\quad}_{\text{фьючерсы, форварды, опционы}} & \underbrace{\quad}_{\text{свопы}} \\ \underbrace{1_{p^{(acol)}} \quad \dots \quad 1_{p^{(accp)}}}_{\text{нефть}} & \dots & \underbrace{1_{p^{(swol)}} \quad \dots \quad 1_{p^{(swcp)}}}_{\text{медь}} \\ \underbrace{2_{p^{(acol)}} \quad \dots \quad 2_{p^{(accp)}}}_{\text{нефть}} & \dots & \underbrace{2_{p^{(swol)}} \quad \dots \quad 2_{p^{(swcp)}}}_{\text{медь}} \\ \dots & \dots & \dots \\ \underbrace{d_{p^{(acol)}} \quad \dots \quad d_{p^{(accp)}}}_{\text{нефть}} & \dots & \underbrace{d_{p^{(swol)}} \quad \dots \quad d_{p^{(swcp)}}}_{\text{медь}} \end{bmatrix} \cdot \quad (18)$$

это матрица котировок финансовых инструментов.

$$P^{(fd \ln)} = \begin{bmatrix} \underbrace{\quad}_{\text{акции}} & \underbrace{\quad}_{\text{фьючерсы, форварды, опционы}} & \underbrace{\quad}_{\text{свопы}} \\ \underbrace{\ln 1_{p^{(acol)}} \quad \dots \quad \ln 1_{p^{(accp)}}}_{\text{нефть}} & \dots & \underbrace{\ln 1_{p^{(swol)}} \quad \dots \quad \ln 1_{p^{(swcp)}}}_{\text{медь}} \\ \underbrace{\ln 2_{p^{(acol)}} \quad \dots \quad \ln 2_{p^{(accp)}}}_{\text{нефть}} & \dots & \underbrace{\ln 2_{p^{(swol)}} \quad \dots \quad \ln 2_{p^{(swcp)}}}_{\text{медь}} \\ \dots & \dots & \dots \\ \underbrace{\ln d_{p^{(acol)}} \quad \dots \quad \ln d_{p^{(accp)}}}_{\text{нефть}} & \dots & \underbrace{\ln d_{p^{(swol)}} \quad \dots \quad \ln d_{p^{(swcp)}}}_{\text{медь}} \end{bmatrix} \cdot \quad (19)$$

это матрица котировок финансовых инструментов, буквы ln в обозначении указывает на сглаживание изначально нелинейной модели, в которой она используется, за счет применения ко всем ее элементам функции натурального логарифма.

$$Y^{(fd)} = \begin{bmatrix} 1 \\ y^{(fd)} \\ 2 \\ y^{(fd)} \\ \dots \\ d \\ y^{(fd)} \end{bmatrix} \quad Y^{(fd \ln)} = \begin{bmatrix} \ln 1 \\ \ln y^{(fd)} \\ \ln 2 \\ \ln y^{(fd)} \\ \dots \\ \ln d \\ \ln y^{(fd)} \end{bmatrix} \quad (20)$$

это вектора роста ВВП, нелинейный и сглаженный, для прогноза которых введены матрицы выше,  $d = 20$  – это число лет для выборки, предшествующих прогнозу ВВП, с 2001-2020 гг.

#### IV. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ

Исходя из определенной ранее поведенческой имитации деятельности субъектов регионально-отраслевых систем, рассматриваемых, как правило, в виде корпоративных предприятий той или иной отраслевой направленности, в отношении прогноза роста/падения ВВП в РФ, определяющего решения в среднесрочный период, можно заключить следующее.

ЛПР, принимающие указанные решения, исходят из минимальных затрат как интеллектуальных, так и временных, на прогноз роста ВВП, при этом исходя из неточности подобного прогноза при любой его методике. В силу этого, наиболее подходящей, при сделанных обозначениях, представляется следующая линейная модель:  $Y^{(fd)}$

$$Y^{(fd)} = C^{(fd)} T P^{(fd)}. \quad (21)$$

Однако эта модель может показаться части специалистов в области планирования деятельности корпоративных предприятий несколько примитивной в силу тенденций изменений ВВП в рамках рыночного характера нынешней российской экономики.

Поскольку такая экономика обычно функционирует в виде повторяющихся циклов длительностью 8-10 лет с обязательными стадиями роста, насыщения, упадка, кризиса и стагнации, то для описания тенденций роста /падения подобной системы больше подходит нелинейная модель. График изменения тенденций роста/снижения ВВП от его определяющих факторов, в рамках этой модели, образован набором повторяющихся колебаний, не объясняемых корректно линейной зависимостью.

Среди этих методологий наиболее подходящей для целей настоящего исследования представляется первая из них. Такой вывод делается, исходя из используемого в данной работе принципа

поведенческой имитации – не зная, какой именно тип нелинейности посчитают приемлемым большинство топ-менеджеров и собственников при составлении своих планов, можно априори агрегировать их представления в регрессионное уравнение с натуральными логарифмами, примененными для ее компонент. Это одновременно учитывает стремление одних ЛПР «сгладить» нелинейность достаточно простым способом, и учесть нелинейность другими ЛПР за счет описания циклично-экспоненциального характера экономики посредством свойств указанной функции. Таким образом, этот своего рода сублимированный характер регрессионного уравнения позволит учесть математические предпочтения менеджеров, как ранее введенные компоненты этого уравнения позволят учесть их экономические представления о характере изменения ВВП.

Таким образом, в прежних обозначениях, имеем следующую регрессионную модель:

$$\ln Y^{(fd)} = C^{(fd)} T_{\ln} P^{(fd)}, \quad (22)$$

или, используя введенные матрицу и вектор выше:

$$Y^{(fd \ln)} = C^{(fd)} T P^{(fd \ln)}, \quad (23)$$

где вектор  $Y^{(fd \ln)}$  и матрица  $P^{(fd \ln)}$  формируют уже функции натурального логарифма от аргументов описанных финансовых инструментов.

Естественным образом вытекает и способ оценки искомых параметров в матрице  $C^{(fd)}$  - в таком качестве выступает обычный МНК:

$$C^{(fd)} = (P^{(fd \ln)} T P^{(fd \ln)})^{-1} P^{(fd \ln)} T Y^{(fd \ln)}. \quad (24)$$

Выбор метода согласуется с концепцией поведенческой имитации как альтернативы принятию решений в условиях риска. Его проигрыш в точности незначителен в свете обычных искажений исходных данных.

Также можно использовать его модификации (двухшаговый МНК и т.д.).

#### **V. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ МОДЕЛИ**

Новизна работы состоит в следующем.

1. Впервые разработана модель, ставящая в соответствие изменение ВВП и суммарное воздействие объемов и стоимости деривативов биржевых сделок на продажу важнейших топливно-энергетических товаров и сырья. Такой же подход к решению проблемы адекватного прогноза изменения динамики ВВП продемонстрирован либо в виде вербального описания подобных зависимостей (наиболее ярко это выражено в [6], [8]), либо фрагментарного модельного отображения с весьма ограниченным набором инструментов (максимально подробно отраженное в [19], [21]).

2. Также ранее практически не применялся подход, предусматривающий имитацию поведения и предпочтений управляющих и собственников крупных компаний в планировании своей деятельности на основе прогноза роста/падения реального ВВП. Отдельные элементы такого подхода можно заметить в поведении биржевых игроков в [9] или в формальном учете в прогнозе ВВП настроений менеджеров в [20].

3. Модельный аппарат разработанной модели обладает двумя важными характеристиками. С одной стороны, он включает больше число внешних факторов, полностью исчерпывающих их пространство в задачах прогноза роста ВВП. С другой стороны, предполагается, что выбор этих факторов остается за самими ЛПР, а не экспертами, как и сам прогноз, что избавляет от необходимости учитывать риски и последствия их ошибочных выводов.

4. Будучи частью какой-либо сложной модели планирования, такой как модель АТМО, разработанная автором, представленная прогнозная модель, позволяет внести свою лепту в принятие решений в условиях неопределенности внешних макроэкономических факторов. На основе выработанных с ее помощью прогнозов можно произвести адекватное планирование оптимальной деятельности отраслей экономики РФ. А оно позволит, например, при минимальных рисках направить дополнительный объем газа, сэкономленного за счет прогноза и

оптимизации хозяйственных процессов, в формирующийся сейчас газовый хаб в ЕС.

#### **Заключение**

Цель модели прогноза роста ВВП на основе финансовых инструментов торговли энергетическими и сырьевыми товарами - подготовка данных для разработанной автором модели АТМО (анализа территориальных мультисекторных объектов).

Модель АТМО предназначена для выработки оптимальных стратегий для регионально-отраслевых структур из набора нескольких регионов с их отраслями. Стратегия апробируется путем имитации поведения государства и предприятий – партнеров (и /или конкурентов) по отношению к структурам, в интересах которых она создается. В минимальном варианте такая структура – это предприятие конкретной отрасли в отдельном регионе.

Тогда стратегия вырабатывается как набор характеристик функционирования этого предприятия, относящихся к краткосрочному и среднесрочному планированию. Ориентиром для направления изменения характеристик долгосрочного планирования и является величина изменения ВВП, как правило, спрогнозированная на годовой период. Это, в свою очередь, и обуславливает актуальность представленной в статье теоретических принципов его прогноза.

#### **Литература (References)**

- [1] Bressand F., Farrell D., Haas P., Morin F., Nyquist S., Remes J., Roemer S., Rogers M., Rosenfeld J., Woetzel J. “Curbing Global Energy Demand Growth: The Energy Productivity Opportunity”, New York: McKinsey & Company, 2007, 290 p. [Annual Report of McKinsey Global Institute, 2007]
- [2] Leino-Richert E. “Backcasting energy efficiency futures of the European union”, Master’s thesis in Futures Studies, Turku: University of Turku, Turku School of Economics, 2017, 121 p.
- [3] “Global and Russian Energy Outlook 2016”, Makarov A.A., Grigoriev L.M., Mitrova T.A., Eds. Moscow: ERI RAS – ACRF, 2016, 198 p.
- [4] Speirs, J. “Are all energy resources created equal? A comparative analysis of the dynamics of resources for the energy system”, A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, Imperial College London Centre for Environmental Policy (CEP), London: Imperial College London, 2014, 474 p.

- [5] “Assumptions to the Annual Energy Outlook 2017”, U.S. Energy Information Administration – Washington: U.S. Department of Energy 2017, 235 p.
- [6] Tuxen Chr. “Commodities forecast update”, Copenhagen: Danish Bank, 2013, 12 p. [Report of the investment research (general market conditions), 2013]
- [7] Taskin T., Baffes J., Streifel Sh. “Commodity Markets Outlook”, Kose A., Ohnsorge F., Eds., Washington: Publishing and Knowledge Division of the World Bank, 2017, 82 p. [A World Bank Quarterly Report, 2017]
- [8] “World Economic Situation and Prospects 2017”, Drysdale C. Ed., New York: United Nations publication, 2017, 222 p. [The report prepared for UN, 2017]
- [9] Aksoy E., Hentz F., Lietz M., Mielnicki P., Nguyen F., “Financial Investment in Commodity Markets: Potential Impact on Commodity Prices & Volatility”, Washington: Institute of international finance - 2011, 27 p. [IIF Commodities Task Force Submission to the G20, 2011]
- [10] Lee T.W. “Non-Linear Series Inversion Method for Forecasting Canadian GDP Growth”, Business and Economics Journal, Beaverton, vol. 6(3), pp. 56-59, 2015. (*references*)
- [11] Chuku Ch., Oduor J., Simpasa A. “Intelligent forecasting of economic growth for African economies: Artificial neural networks versus time series and structural econometric models”, Washington: International Monetary Fund, 2017, 28 p. [Paper prepared for presentation at the workshop on forecasting for developing economies held at the IMF, 2017]
- [12] Chepel’ S.V. *Sistemnyi analiz i modelirovanie perspektiv ustoychivogo razvitiya natsional’noi ekonomiki Uzbekistana* [‘System analysis and modeling the sustainable development of national economy of Uzbekistan’, Tashkent: IFMR, 2014. – 316 P.]
- [13] Kubly J., Pellatt D. “Forecasting United States Real Gross Domestic Product”, Utah: University of Utah – 2012, 7 p. [Linear Algebra project, 2012]
- [14] Johansen Th., Lorentzen M.D. “Weathering the global financial crisis: results from Australia, Canada, and Norway”, Oslo: BI (Bedriftøkonomisk Institut) – Norwegian Business School – 2011, 75 p. [Master thesis for the Program of Master of Science in Business and Economics, 2011]
- [15] Szkutnik W. “The conditions of economic growth in the period following the economic crisis and the prognostic aspect of GDP of Poland in the period of crisis 2008-2010”, Moscow: RUDN University (Peoples' Friendship University of Russia) – 2011, pp. 46-54. [Vestnik RUDN, series Economics, vol. 3, 2011]
- [16] Parikh A., Stirbu C. “Relationship between Trade Liberalisation, Economic Growth and Trade Balance: An Econometric Investigation”, Hamburg: HWWA (Hamburg Institute of International Economics) – 2004, 56 p. [HWWA Discussion Paper 282, 2004]
- [17] “Trade and Development Report”, Calcagno A., Dullien S., Márquez-Velázquez A., Maystre N., Priewe J., Eds., New-York and Geneva: United Nations publication – 2016, 252 p. [Report by the secretariat of the United Nations Conference on Trade and Development, 2016]
- [18] Căuș V.-A. “Underground economy, GDP and stock market”, Oradea: University of Oradea – 2012, pp. 279-283. [Annals of Faculty of Economic Sciences, vol. 1(1), 2012]
- [19] Arora V., Hodge T., Lidderdale T. “Oil-Consumption-Weighted GDP: Description, Calculation, and Comparison”, Washington: U.S. Energy Information Administration – 2017, 16 p. [Independent Statistics & Analysis, 2017]
- [20] Michis A.A. “Denoised least squares forecasting of GDP changes using indexes of consumer and business sentiment”, Basel: Bank for International Settlements – 2011, pp. 383-392. [A chapter in Proceedings of the IFC Conference on “Initiatives to address data gaps revealed by the financial crisis”, 25-26 August 2010, vol. 34., 2011]
- [21] Pareja, A.A., Loscos A.G., de Luis López M., Quirós G.P. “A short-term forecasting model for the Spanish Economy: GDP and its demand components”, Madrid: Bank of Spain – 2018, 39 p. [Documentos Ocasionales (Occasional Papers), vol. 1801, 2018]

**Сведения об авторах.**



**Самков Тимур Леонидович,**  
Новосибирский государственный  
технический университет, кандидат  
технических наук. Область научных  
интересов - математическое  
моделирование поведения социально-  
экономических систем на базе теории игр  
[ermin@ngs.ru](mailto:ermin@ngs.ru)