



Банк России



МАРТ 2020

## **Методы расчета опережающего индикатора валового регионального продукта**

Серия докладов об экономических исследованиях, №54

В. Бойко, Н. Кисляк, М. Никитин, О. Оборин

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Резюме.....                                                                                        | 3  |
| 1. Введение .....                                                                                  | 4  |
| 2. Расчет опережающего индикатора ВРП на основании методологии Росстата .....                      | 5  |
| 3. Расчет опережающего индикатора ВРП с использованием методов темпорального дезагрегирования..... | 8  |
| 3.1. Обзор литературы.....                                                                         | 8  |
| 3.2. Результаты исследования.....                                                                  | 12 |
| 4. Заключение .....                                                                                | 19 |
| Литература.....                                                                                    | 22 |
| Приложение .....                                                                                   | 24 |

**Владимир Бойко, Надежда Кисляк, Михаил Никитин, Олег Оборин**

Экономическое управление Уральского ГУ Банка России

E-mail: [65svc\\_seu1@cbr.ru](mailto:65svc_seu1@cbr.ru)

Авторы выражают признательность Ивану Вербному и Алексею Корикову за полезные замечания и предложения.

Серия докладов об экономических исследованиях Банка России проходит процедуру анонимного рецензирования членами Консультативного Совета Банка России и внешними рецензентами.

Все права защищены. Настоящий доклад выражает личную позицию авторов, которая может не совпадать с официальной позицией Банка России. Банк России не несет ответственности за содержание доклада. Любое воспроизведение представленных материалов допускается только с разрешения авторов.

Фото на обложке: Shutterstock/FOTODOM

**Адрес:** 107016, г. Москва, ул. Неглинная, 12  
**Телефон:** +7 495 771-91-00, +7 495 621-64-65 (факс)  
**Официальный сайт Банка России:** [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)

© Центральный банк Российской Федерации, 2020

## Резюме

В работе представлены два метода расчета квартальных значений опережающего индикатора валового регионального продукта (ВРП). Первый метод расчета основан на методологии Росстата с использованием темпов роста показателей, отражающих выпуск по основным видам экономической деятельности в регионах. Второй метод расчета опережающего индикатора валового регионального продукта предполагает использование темпорального дезагрегирования (Chow-Lin, Litterman и Fernandez). Отличительной особенностью второго метода является возможность получения высокочастотных рядов с использованием не только показателей, указанных в методологии Росстата, но и других переменных, отражающих динамику деловой активности в регионах. Результаты исследования показали, что использование методов темпорального дезагрегирования дает более точные оценки квартальных значений индекса физического объема валового регионального продукта, чем методы, основанные на методологии Росстата. Выбор модели темпорального дезагрегирования, применяемой в работе для прогнозирования ВРП по семи федеральным округам (всем, кроме Северо-Кавказского ФО), производится с использованием показателя валового внутреннего продукта (ВВП), наиболее близкого по экономическому содержанию к показателю ВРП по Российской Федерации в целом.

**Ключевые слова:** опережающий индикатор, валовый региональный продукт, темпоральное дезагрегирование, Chow-Lin, Litterman, Fernandez.

**JEL-классификация:** C15, C43, C53, C65, E23, E37.

## 1. Введение

Валовой региональный продукт представляет собой валовую добавленную стоимость товаров и услуг, созданную резидентами региона, и определяется как разница между выпуском и промежуточным потреблением. Валовой региональный продукт рассчитывается как в текущих основных ценах (номинальный ВРП), так и в сопоставимых ценах (реальный ВРП). В целях оценки динамики реального ВРП используется индекс физического объема ВРП – относительный показатель, который характеризует изменение объема (исключая изменения, вызванные динамикой цен) ВРП в текущем периоде по сравнению с базисным.

Методологическим положением по статистике Росстата (далее – Методология) предусмотрено, что ВРП рассчитывается с годовой, квартальной и месячной периодичностью. Следует отметить, что расчет месячных оценок ВРП отличается от аналогичных годовых и квартальных расчетов. Согласно Методологии, месячная оценка ВРП производится с допущением большого числа экспертных оценок и косвенных расчетов, что обусловлено отсутствием по большинству отраслей экономики детальной информации, позволяющей определить объем добавленной стоимости в текущих ценах. При этом официальной публикации ВРП субъектов России подлежат только годовые оценки, которые публикуются с лагом в 1,5 года (табл. 1).

**Таблица 1.** Сроки разработки валового регионального продукта

| <b>Годовые оценки ВРП</b> | <b>Сроки разработки</b>               | <b>Базовая информация, используемая для расчета</b>                                                                                   |
|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-я оценка Росстата       | Август года, следующего за отчетным   | Годовые статистические отчеты предприятий, отчет об исполнении бюджета, отчет об использовании внебюджетных фондов, другая информация |
| 2-я оценка Росстата       | Декабрь года, следующего за отчетным  | Формируется после проверки расчетов на федеральном уровне и согласования данных ВРП и ВВП                                             |
| 3-я оценка Росстата       | Апрель второго (после отчетного) года | Формируется на основании 3-й оценки ВВП                                                                                               |

Таким образом, в целях оперативной оценки текущей экономической ситуации в субъектах Российской Федерации актуальным становится получение высокочастотных данных валового регионального продукта.

Целью данной работы является получение высокочастотных данных валового регионального продукта – обобщающего показателя, характеризующего процесс производства товаров и услуг для конечного использования в субъектах России.

В данной работе авторы рассматривают два подхода к расчету опережающего индикатора ВРП. Первый подход предусматривает расчет опережающего индикатора ВРП на основе данных о динамике выпуска по базовым видам экономической деятельности (с учетом относительного вклада данных видов деятельности в совокупный региональный выпуск). Второй подход заключается в дезагрегировании годовых данных индекса физического объема ВРП до квартальных данных с использованием методов темпорального дезагрегирования.

## 2. Расчет опережающего индикатора ВРП на основании методологии Росстата

Согласно Методологии, при проведении месячных расчетов ВРП в случае отсутствия оперативной информации о производстве продукции по той или иной отрасли экономики общая схема расчета выпуска и промежуточного потребления выглядит следующим образом: валовой выпуск данной отрасли в предыдущем периоде соответствующего года в текущих ценах этого периода умножить на индекс физического объема выпуска данной отрасли (в процентах к предыдущему периоду).

Исходя из Методологии, в рамках первого подхода опережающий индикатор ВРП был построен как средневзвешенный темп роста различных показателей, отражающих выпуск по основным видам экономической деятельности (ВЭД), а в качестве весов использовались доли ВЭД в отраслевой структуре валовой добавленной стоимости субъектов Российской Федерации. Для расчета опережающего индикатора ВРП были собраны следующие статистические данные по России в целом, в разрезе федеральных округов и субъектов Российской Федерации<sup>1</sup>:

1. Годовые данные (2009–2017 гг.):

- ВРП, млн руб.;
- структура ВРП в разрезе основных видов деятельности.

2. Квартальные данные (I квартал 2009 г. – II квартал 2019 г., в процентах к соответствующему кварталу предыдущего года):

- индекс производства продукции сельского хозяйства.

---

<sup>1</sup> Индикатор ВРП не рассчитывался по Ямало-Ненецкому, Ханты-Мансийскому, Ненецкому автономным округам.

3. Месячные данные (январь 2009 г. – декабрь 2009 г., в процентах к предыдущему месяцу; январь 2010 г. – июнь 2019 г., в процентах к соответствующему месяцу предыдущего года):

- индекс промышленного производства;
- индекс физического объема работ по виду деятельности «Строительство», включая работы, выполненные хозяйственным способом;
- индекс физического объема оборота розничной торговли;
- индекс физического объема платных услуг населению.

Динамика данных показателей (с учетом их экономической сути) близка динамике добавленной стоимости и отражает изменение совокупности стоимостей, вновь создаваемых в сравниваемые периоды. Их использование в целом соответствует мировой практике (подробнее см.: Методологические положения по статистике Росстата, 1998 и Mitchell et al., 2014).

На основе месячных данных были рассчитаны базовые индексы объема выпуска отраслей с квартальной периодичностью (IV квартал 2008 г. = 100%) по показателям, которые отражают выпуск по основным видам экономической деятельности (ВЭД) в разрезе регионов, за исключением индекса производства продукции сельского хозяйства – по причине отсутствия цепных внутригодовых индексов. При расчете базовых квартальных индексов была использована следующая методика:

1. За 2009 г. месячные базовые индексы рассчитаны с использованием месячных цепных индексов физического объема выпуска отраслей за соответствующий месяц:

$$i_{Q_t}^n = i_{Q_{t-1}}^n * i_t^n, \quad (1)$$

где  $i_{Q_t}^n, i_{Q_{t-1}}^n$  – базовые индексы физического объема выпуска отрасли  $n$  в оцениваемом периоде  $t$  и предыдущем периоде  $t-1$ , соответственно;

$i_t^n$  – месячный индекс физического объема выпуска отрасли  $n$  за оцениваемый месяц 2009 года.

2. С 2010 г. месячные базовые индексы физического объема выпуска отраслей рассчитаны цепным методом путем умножения индексов физического объема выпуска отрасли за месяц (в процентах к соответствующему месяцу предыдущего года) на значение базового индекса за соответствующий период предыдущего года:

$$i_{Q_T}^n = q_{T_{yy}}^n * i_{Q_{T-12}}^n, \quad (2)$$

где  $q_{T_{yy}}^n$  – индекс физического объема выпуска отрасли  $n$  за оцениваемый месяц к соответствующему месяцу предыдущего года;

$i_{Q_{T-12}}^n$  – значение базового индекса физического объема выпуска отрасли  $n$  за соответствующий месяц предыдущего года;

$i_{Q_T}^n$  – базовый индекс физического объема производства отрасли  $n$  за оцениваемый месяц.

3. Квартальные базовые индексы рассчитаны как среднее арифметическое базовых месячных индексов физического объема выпуска за соответствующий квартал:

$$I_{Q_T}^n = \frac{\sum_{t=1}^3 i_{Q_t}^n}{3}, \quad (3)$$

где  $I_{Q_T}^n$  – накопленный квартальный базовый индекс выпуска отрасли  $n$  в оцениваемом квартале  $T$ ;

$i_{Q_t}^n$  – месячный базовый индекс выпуска отрасли  $n$ .

На следующем этапе была оценена отраслевая структура валовой добавленной стоимости субъектов России в 2018 г. и в первых двух кварталах 2019 г. по причине отсутствия на текущий момент официально опубликованных данных Росстата:

1. На основе валовой добавленной стоимости в текущих ценах за 2017 г. в разрезе субъектов России и ее отраслевой структуры за 2017 г. были рассчитаны валовые добавленные стоимости (ВДС) отдельных разделов ОКВЭД регионов.

2. Полученные значения ВДС в текущих ценах отдельных разделов ОКВЭД регионов в 2016 г. умножались на годовые темпы роста показателей, которые отражают выпуск по основным ВЭД за каждый квартал 2018 года. Аналогичным способом были оценены значения ВДС по основным ВЭД субъектов России за первые два квартала 2019 г.: значения ВДС отдельных разделов ОКВЭД регионов умножались на размер изменения показателей по основным ВЭД за первые два квартала 2019 года.

3. На основе рассчитанных значений ВДС за 2018 г. и первые два квартала 2019 г. была получена отраслевая структура ВДС субъектов России для соответствующих периодов.

После расчета базовых квартальных индексов по показателям, отражающим выпуск по основным ВЭД, и оценки весов этих ВЭД в 2018 г. и первых двух кварталах 2019 г. был рассчитан опережающий индикатор ВРП в разрезе субъектов России и федеральных округов по следующей формуле:

$$I_Y^T = \sum_{i=1}^N I_{Q_T}^i * D_T^i, \quad (4)$$

где  $I_Y^T$  – индекс опережающего индикатора ВРП;

$I_{Q_T}^i$  – базовый индекс физического объема производства отрасли  $i$  в оцениваемом периоде;

$D_T^i$  – доля отрасли  $i$  в структуре ВРП в оцениваемом периоде.

### 3. Расчет опережающего индикатора ВРП с использованием методов темпорального дезагрегирования

Альтернативным методом расчета опережающего индикатора ВРП является **темпоральное дезагрегирование** – процедура, которая позволяет на основании высокочастотных данных (например, квартальных или месячных) о динамике показателей-индикаторов преобразовывать интервальный ряд с низкой частотой в ряд с более высокой частотой. Например, годовой или квартальный ряд можно таким образом преобразовать в ряд с квартальной или месячной частотой соответственно. Экономисты используют различные методы темпорального дезагрегирования для решения проблемы отсутствия высокочастотных данных.

#### 3.1. Обзор литературы

В литературе по прогнозированию опережающего индикатора ВВП часто можно встретить применение различных методов статических моделей темпорального дезагрегирования, каждый из которых использует пул вспомогательных переменных той же частоты, что и частота прогнозируемого временного ряда. Одной из первых работ, освещающей подобные методы статических моделей, стала работа Chow и Lin (1971). Суть их темпорального дезагрегирования заключается в оценке объясняемой переменной с низкой частотой данных, например годовой, и объясняющими переменными с более высокой частотой данных (квартальные или месячные) на основе регрессии обобщенного метода наименьших квадратов (ОМНК) (5).

$$\begin{aligned}
 y^{(q)} &= X\beta + u, \\
 y^{(y)} &= Cy^{(q)}, \\
 u_t &= \rho u_{t-1} + \varepsilon_t, \\
 \beta^{\text{ОМНК}} &\rightarrow \hat{y}^{(q)} = X\hat{\beta}^{\text{ОМНК}},
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

где  $y^{(y)}$  – дезагрегируемый временной ряд с годовой периодичностью размерности  $n$ ;  
 $y^{(q)}$  – временной ряд размерности  $4n \times 1$ , дезагрегированный до квартальной периодичности;  
 $X$  – матрица объясняющих временных рядов размерности  $4n \times m$  с квартальной периодичностью,  $m$  – количество объясняющих временных рядов;  
 $\beta$  – вектор коэффициентов регрессии размерности  $m \times 1$ ;  
 $u$  – вектор случайных ошибок с математическим ожиданием, равным 0, и матрицей ковариаций ошибок  $\Sigma$ .



Для конвертации  $4n$  квартальных наблюдений в  $n$  годовых наблюдений в рамках проведения темпорального дезагрегирования по методу Chow и Lin используются различные матрицы конвертации для получения из квартальных данных годовых (Chow и Lin, 1971).

Возможность применения различных спецификаций матриц конвертаций (в терминах запаса и потока) при проведении темпорального дезагрегирования по методу Chow и Lin позволяет получить при помощи ОМНК наилучшие линейные несмещенные оценки коэффициентов регрессии (5) и искомых высокочастотных значений временного ряда  $y^{(q)}$ .

Важным аспектом методики Chow и Lin является предположение о стационарности случайных ошибок, что возможно только в случае стационарности или коинтеграции переменных уравнения (5), однако в реальности это допущение не всегда выполняется.

В 1981 г. Fernandez (1981) одним из первых указал на данный недостаток метода Chow и Lin. В качестве решения Fernandez в своей работе предложил использовать квартальные остатки в форме случайного блуждания (RW):  $u_t = u_{t-1} + \varepsilon_t^2$ .

**Таблица 2.** Модель темпорального дезагрегирования

| Модель    | Условия                                                                                            | Принцип дезагрегирования                                                                                        | Особенности                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chow-Lin  | Ряды переменных с высокой частотой (квартальные) должны быть стационарными либо коинтегрированными | Динамика дезагрегированного ряда строится на основании регрессионной зависимости между высокочастотными данными | Квартальные остатки должны соответствовать авторегрессионному процессу первого порядка (AR(1)):<br>$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t$ , где $\varepsilon_t$ соответствует белому шуму (WN) и $ \rho  < 1$ |
| Fernandez | Ряды должны быть не коинтегрированными. Квартальные остатки соответствуют нестационарному процессу |                                                                                                                 | Остатки соответствуют формуле:<br>$u_t = u_{t-1} + v_t$ , где $v_t = \varepsilon_t$ , соответственно, $u$ – случайное блуждание (RW)                                                                        |
| Litterman |                                                                                                    |                                                                                                                 | Остатки соответствуют формуле:<br>$u_t = u_{t-1} + v_t$ , где $v_t \sim AR(1)$ ( $v_t = \rho v_{t-1} + \varepsilon_t$ ), $\varepsilon_t \sim WN$                                                            |

<sup>2</sup> По своей сути подобная спецификация квартальных остатков представляет собой модификацию формы квартальных остатков модели Chow и Lin, для которой  $\rho = 1$ .

Дальнейшим развитием модели Chow и Lin стала работа Litterman (1983). Litterman заметил, что в отдельных случаях квартальные остатки в форме случайного блуждания по Fernandez не элиминируют автокорреляцию. Litterman смягчил допущение о спецификации квартальных остатков по Fernandez, предполагая, что они могут быть представимы в виде:  $u_t = u_{t-1} + v_t$ , где  $v_t$ , в свою очередь, является авторегрессионным процессом первого порядка (AR(1)):  $v_t = \rho v_{t-1} + \varepsilon_t$ , а  $\varepsilon_t$  – «белым шумом»  $WN(0, \sigma_\varepsilon^2)$ .

Таким образом, на данный момент основными моделями, использующими темпоральное дезагрегирование, являются Chow-Lin, Fernandez и Litterman (табл. 2). При этом для проведения темпорального дезагрегирования методом Chow-Lin необходимо, чтобы дезагрегируемый и вспомогательные ряды были либо стационарны, либо коинтегрируемы. Тогда как методы Litterman и Fernandez применяются для некоинтегрированных и нестационарных рядов. Исходя из этих условий, основное различие предложенных методов заключается в структуре остатков.

**Таблица 3.** Опыт использования методов темпорального дезагрегирования

| № п/п | Авторы                       | Методы                          | Результат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Abeysinghe и Rajaguru (2004) | Chow-Lin                        | Для построения квартальных значений ВВП Китая и стран АСЕАН авторы сравнили метод Chow-Lin с однофакторными методами. В качестве объясняющих переменных использовались квартальные данные показателей промышленного производства, сельского хозяйства, объема платных услуг. Авторы пришли к выводу, что среди рассматриваемых методов Chow-Lin обладает лучшей прогнозной способностью                                        |
| 2     | Soric и Buljan (2014)        | Chow-Lin, Litterman и Fernandez | Авторами была проведена оценка месячных значений ВВП Хорватии. При проведении темпорального дезагрегирования в качестве объясняющих переменных использовались индексы физического объема промышленного производства и оборота розничной торговли. По результатам проведенного корреляционного анализа месячного прогнозного и квартального наблюдаемого ВВП лучшая прогнозная эффективность была отмечена для метода Fernandez |
| 3     | Negash и Daalmans (2014)     | Chow-Lin                        | В своей работе авторы оценили месячные значения ВВП Нидерландов, используя индекс промышленного производства, уровень безработицы, уровень инфляции и объем потребительского кредитования в качестве объясняющих переменных. В результате проведенного регрессионного анализа авторы приходят к выводам, что уровень инфляции оказался статистически незначимым                                                                |

В зарубежной литературе можно встретить различные примеры использования вышеописанных методов для построения высокочастотных данных ВВП страны (табл. 3).

Существует также ряд работ, в которых темпоральное дезагрегирование ВВП проводится с использованием модифицированной формы метода Chow-Lin. Так, в работе Polasek (2010) используется пространственная модель Chow-Lin совместно с применением байесовского распределения для прогнозирования ВРП регионов Испании. Bruno и Di Fonzo (2005) при расчете ВВП стран большой семерки использовали динамическую модель метода Chow-Lin.

В российской практике метод темпорального дезагрегирования используется при построении опережающих индикаторов социально-экономического развития государств – членов Евразийского экономического союза. При помощи метода Chow-Lin на основе квартальных данных ВВП и месячных показателей, характеризующих динамику основных видов экономической деятельности, строится Сводный совпадающий индикатор (ССИ), выступающий в качестве базовой (прогнозной) переменной для расчета Сводного опережающего индикатора экономической активности стран – членов Таможенного союза и Единого экономического пространства (подробнее см.: Методологические подходы к построению опережающих индикаторов социально-экономического развития государств – членов ТС и ЕЭП. М., 2014).

За исключением вышеописанной работы в российской литературе не встречаются примеры по проведению темпорального дезагрегирования опережающего индикатора ВВП или ВРП, что еще больше повышает значимость и актуальность рассматриваемого в данной работе исследования. Для нахождения лучшей спецификации модели темпорального дезагрегирования опережающего индикатора ВРП регионов России было применено несколько основных методов темпорального дезагрегирования. Данные методы различаются в основном оценкой авторегрессионного параметра  $\rho$  и особенностями расчета ковариационной матрицы ошибок.

Главным преимуществом данных методов является возможность темпорального дезагрегирования низкочастотного показателя с учетом динамики существенно большего числа высокочастотных индикаторов (до нескольких десятков параметров), чем это возможно по методологии Росстата.

Основным недостатком методов темпорального дезагрегирования является необходимость пересмотра всего дезагрегированного ряда с более высокой частотой по мере появления дополнительной информации (в том числе прошлых оценок).

Выбор спецификации модели темпорального дезагрегирования эквивалентен выбору спецификации линейной регрессионной модели.

## 3.2. Результаты исследования

Перейдем непосредственно к описанию проведенного эмпирического исследования. Темпоральное дезагрегирование является в своем роде прогнозированием ненаблюдаемого временного ряда на основании известных наблюдаемых высокочастотных данных. Таким образом, при проведении темпорального дезагрегирования необходимо учитывать качество прогноза искомых ненаблюдаемых высокочастотных значений. На практике существует два способа оценки качества прогнозирования ненаблюдаемых высокочастотных значений, полученных при помощи темпорального дезагрегирования.

Первый способ заключается в использовании матрицы конвертации для перевода квартальных значений темпорального дезагрегирования в годовые. Изначально производится темпоральное дезагрегирование ненаблюдаемых искомых квартальных значений переменной. Далее полученные значения переводятся в годовые значения при помощи матрицы конвертации. Полученные годовые значения сравниваются с фактическими годовыми значениями исследуемой переменной. Данный способ подходит в том случае, когда имеются длинные ретроспективные ряды как годовых значений исследуемой переменной, так и квартальных переменных, используемых для темпорального дезагрегирования, а также точно известен вид матрицы конвертации.

Второй способ использует в качестве объясняемой переменной при проведении темпорального дезагрегирования близкую по смыслу и значениям альтернативную переменную с наблюдаемыми как низко-, так и высокочастотными данными. Таким образом, полученные в результате темпорального дезагрегирования квартальные данные сравнивают с наблюдаемыми квартальными значениями.

Применительно к России первый способ не является приемлемым, поскольку отсутствуют длинные ретроспективные ряды годовых значений ВРП и объясняющих переменных, используемых для темпорального дезагрегирования.

Выбор второго способа оценки качества прогнозирования был выбран как наиболее предпочтительный в этом исследовании, так как для искомого ненаблюдаемого показателя ВРП существует близкий по своему экономическому содержанию и значениям показатель ВВП Российской Федерации, данные по которому публикуются Росстатом на ежегодной и ежеквартальной основе (рис. 1).

**Рисунок 1.** Индекс физического объема ВВП РФ и ВРП РФ (в % к предыдущему году)

В то же время, несмотря на близость динамики и экономического смысла этих показателей, между ними (ВВП на федеральном уровне и ВРП на региональном уровне) существуют некоторые различия. Одно из главных различий заключается в том, что ВВП рассчитывается с учетом чистых налогов на продукты и импорт, тогда как ВРП не учитывает части централизованно собираемых налогов (НДС, акцизы, налоги на внешнеэкономическую деятельность и др.), которые невозможно распределить между регионами.

Кроме того, при расчете ВРП не учитывается добавленная стоимость, создаваемая в результате мультирегиональной деятельности по нерыночным коллективным услугам (оборона страны, часть услуг государственного управления, деятельность финансовых посредников и т.д.), оказываемым государственными учреждениями обществу в целом.

Тем не менее, исходя из всего вышесказанного, в качестве объясняемой переменной для проведения темпорального дезагрегирования были выбраны годовые данные ВВП России в стоимостном выражении (млрд руб.) в ценах 2008 года.

Так как авторами был выбран второй способ оценки качества прогнозирования (с использованием альтернативной переменной), основной задачей проводимого авторами исследования является выбор модели, которая при дезагрегировании годовых значений ВВП России в стоимостном выражении точнее всего предсказывает его квартальные значения. В целях определения точности прогноза авторы сравнивают модельные квартальные значения ВВП России с фактическими официально публикуемыми Росстатом квартальными значениями. Спецификация модели, с помощью которой получены наиболее точные модельные оценки квартальных значений ВВП Российской Федерации, применяется для темпо-

рального дезагрегирования годовых значений ВРП как в целом по России, так и по всем федеральным округам.

Для проведения процедуры темпорального дезагрегирования был выбран статистический пакет для R Studio «TempDisagg», который позволяет получать результаты для различных видов темпорального дезагрегирования (табл. 4).

**Таблица 4.** Виды темпорального дезагрегирования, реализованные в пакете «TempDisagg»

| Метод            | Оценка ОМНК регрессии                                                                  | Оценка параметра $\rho$ | Особенности расчета ковариационной матрицы ошибок для ОМНК                             |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Chow-Lin         | Метод максимального правдоподобия                                                      | ОМНК оценка             | Используется корреляционная матрица ошибок, умноженная на коэффициент $1/(1 - \rho^2)$ |
| Chow-Lin         |                                                                                        | $\rho = 0,5$            |                                                                                        |
| Litterman        |                                                                                        | ОМНК оценка             | Решение оптимизационной задачи                                                         |
| Litterman        |                                                                                        | $\rho = 0,5$            |                                                                                        |
| Fernandez        |                                                                                        | $\rho = 0$              | Решение оптимизационной задачи (подход метода Litterman)                               |
| Chow-Lin Ecotrim |                                                                                        | Минимизация RSS         | ОМНК оценка                                                                            |
| Chow-Lin Quilis  | Используется корреляционная матрица ошибок, умноженная на коэффициент $1/(1 - \rho^2)$ |                         |                                                                                        |
| Litterman        | Решение оптимизационной задачи                                                         |                         |                                                                                        |

В качестве независимых переменных для проведения темпорального дезагрегирования годовых значений ВВП Российской Федерации использовались показатели реального сектора экономики на основании официальных данных Росстата и мониторинга предприятий Банка России (см. вставку «Мониторинг предприятий Банка России»). Используются квартальные данные в виде индексов (% к декабрю 2008 г.) с исключением сезонного фактора за период с I квартала 2009 г. по II квартал 2019 г. (см. Приложение, табл. 1).

### Мониторинг предприятий Банка России

Для проведения темпорального дезагрегирования использовались данные мониторинга предприятий, проводимого ежемесячно территориальными учреждениями Банка России с января 2000 года. В 2019 г. в исследуемую выборку включено свыше 11,6 тыс. предприятий различных отраслей экономики, в том числе промышленности, сельского хозяйства, строительства, транспортировки и хранения, оптовой и розничной торговли и других. Опрос предприятий проводится в форме анкетирования во всех субъектах Российской Федерации и охватывает как малые и средние, так и крупные предприятия регионов.

На основании ответов респондентов рассчитываются балансы ответов, которые отражают преобладание оценок увеличения/уменьшения объема производства, преобладание оценок улучшения/ухудшения экономической конъюнктуры отрасли присутствия предприятия и преобладание хорошей/плохой оценки экономического положения предприятия (6):

$$B_t = P_t^+ - P_t^- , \quad (6)$$

где  $B_t$  – разница между долями ответов типа «больше» (увеличился/улучшилась/хорошее,  $P_t^+$ ) и ответов типа «меньше» (уменьшился/ухудшилась/плохое,  $P_t^-$ ) относительно общего количества ответов. Изменение баланса ответов по сравнению с предыдущим месяцем отражает направленность и интенсивность происходящих процессов. Например, увеличение/уменьшение положительного баланса ответов по сравнению с предыдущим месяцем свидетельствует об ускорении/замедлении роста объемов производства, значительном улучшении/ухудшении экономической конъюнктуры рассматриваемой отрасли и значительном улучшении/ухудшении экономического положения предприятий рассматриваемой отрасли.

Методология проведения Банком России опросов предприятий соответствует международной практике, которая создавалась при активном участии Института экономических исследований в Мюнхене (IFO институт). Кроме Банка России, данную методологию используют Банк Франции, Банк Японии, Банк Польши, Банк Бельгии и Банк Канады. Опрашиваемые регуляторами предприятия сообщают информацию различного характера: об условиях ведения бизнеса, изменении спроса и предложения в производственной и инвестиционной сферах, объеме продаж, загрузке производственных мощностей и т.д. Полученные качественные данные конвертируются в количественные ответы преимущественно путем расчета баланса ответов (разница между долями позитивных и негативных ответов).

У показателей реального сектора экономики и показателей Мониторинга предприятий Банка России есть общее свойство, которое позволяет использовать их для темпорального дезагрегирования годовых значений ВВП России (ВРП субъектов России): во-первых, выбранные показатели характеризуют динамику выпуска товаров и услуг в регионе, во-вторых, эти данные представлены в разрезе всех субъектов России.

Прежде чем описывать результаты проведенного темпорального дезагрегирования, необходимо уточнить, что статистические данные по показателям реального сектора экономики с квартальной периодичностью в разрезе регионов России доступны только начиная с 2009 года. Так как выбранная модель в дальнейшем будет использоваться для дезагрегации ВРП субъектов РФ, было принято решение ограничить выборку годовых данных ВВП диапазоном доступных региональных данных и использовать 10 годовых значений ВВП.

Выбор оптимальной модели и метода темпорального дезагрегирования проводился следующим образом. На первом этапе в качестве кандидатов в объясняющие переменные были взяты исходные переменные показателей реального сектора экономики и Мониторинга предприятий. Из-за проблемы идентификации и необходимости дальнейшего тестирования модели в псевдореальном времени число объясняющих переменных  $k$ , включаемых в модель, было ограничено семью переменными. Для фиксированного числа объясняющих переменных авторы проводили перебор всех возможных комбинаций из 25 переменных, для каждого набора  $k$  ( $k=1, \dots, 7$ ) переменных проводилось темпоральное дезагрегирование всеми доступными методами (табл. 4). Для каждого метода считалась относительная ошибка прогноза (MAPE) и для данного набора объясняющих переменных MAPE разных методов суммировались. Среди всевозможных комбинаций из заданного числа объясняющих переменных выбиралась та комбинация, для которой суммарная MAPE минимальна. Наилучшая спецификация для фиксированного числа объясняющих переменных и соответствующие MAPE приведены в Приложении (см. табл. 2). Для выбора между моделями с разным числом переменных авторами также были рассчитаны информационные критерии Акаике (AIC) и Шварца (BIC). Результаты, приведенные в Приложении (см. табл. 3 и 4 соответственно), демонстрируют, что минимальное суммарное значение среди рассматриваемых видов темпорального дезагрегирования, как по информационному критерию Акаике, так и по информационному критерию Шварца, отмечается для третьей спецификации ( $k=3$ ).

Все вышеприведенные показатели качества модели являются внутривыборочными показателями качества «подгонки» уравнения, т. е. они рассчитываются по тем же данным, по которым строится рассматриваемая модель. Для исследования устойчивости отобранных моделей и возможности их использования в дальнейшем для проведения темпорально-



го дезагрегирования авторами также был проведен анализ качества вневыборочного прогноза моделей.

В связи с этим на втором этапе исследования было проведено тестирование наилучших моделей в псевдореальном времени (*pseudo out-of-sample forecast*). В качестве такого интервала для всех моделей был выбран временной период с I квартала 2018 г. по II квартал 2019 года. В качестве тестового периода для моделей, включавших 6 переменных и менее, авторы рассматривают отрезок с I квартала 2017 г. по II квартал 2019 г. (наукаст на 10 точек), для моделей, включавших 7 переменных и менее, – отрезок с I квартала 2018 г. по II квартал 2019 г. (наукаст на 6 точек). На первом шаге для наукаста на 6 точек проводилось темпоральное дезагрегирование на выборке с I квартала 2009 г. по IV квартал 2017 г. с расчетом квартального ВВП на четыре квартала вперед, для наукаста на 10 точек – на выборке с I квартала 2009 г. по IV квартал 2016 года.

На следующем этапе обучающая выборка расширялась на четыре квартала вперед, затем снова осуществлялся расчет ВВП на четыре квартала вперед и т.д. Соответствующие MAPE для наукаста на 6 точек и 10 точек приведены в Приложении (табл. 5 и 6 соответственно)<sup>3</sup>. Для сравнения полученных результатов темпорального дезагрегирования с моделью с семью объясняющими переменными использовались MAPE для наукаста на 6 точек. Модель из семи переменных не показала минимальное суммарное значение MAPE среди рассматриваемых спецификаций, включающих от 1 до 7 объясняющих переменных (см. Приложение, табл. 5). Для выбора лучшей спецификации среди моделей, включающих от 1 до 6 объясняющих переменных, брались во внимание MAPE для наукаста на 10 точек. Наилучшей по критерию MAPE оказалась **третья спецификация** (см. Приложение, табл. 6).

Таким образом, наилучшей моделью по критериям Акаике, Шварца и MAPE, которые оценивались для наукаста на 6 и 10 точек, оказалась третья спецификация, использующая в качестве объясняющих переменных опережающий индикатор ВВП на основании методологии Росстата и два показателя Мониторинга предприятий Банка России: обеспеченность предприятия заказами и изменение спроса на продукцию (услуги).

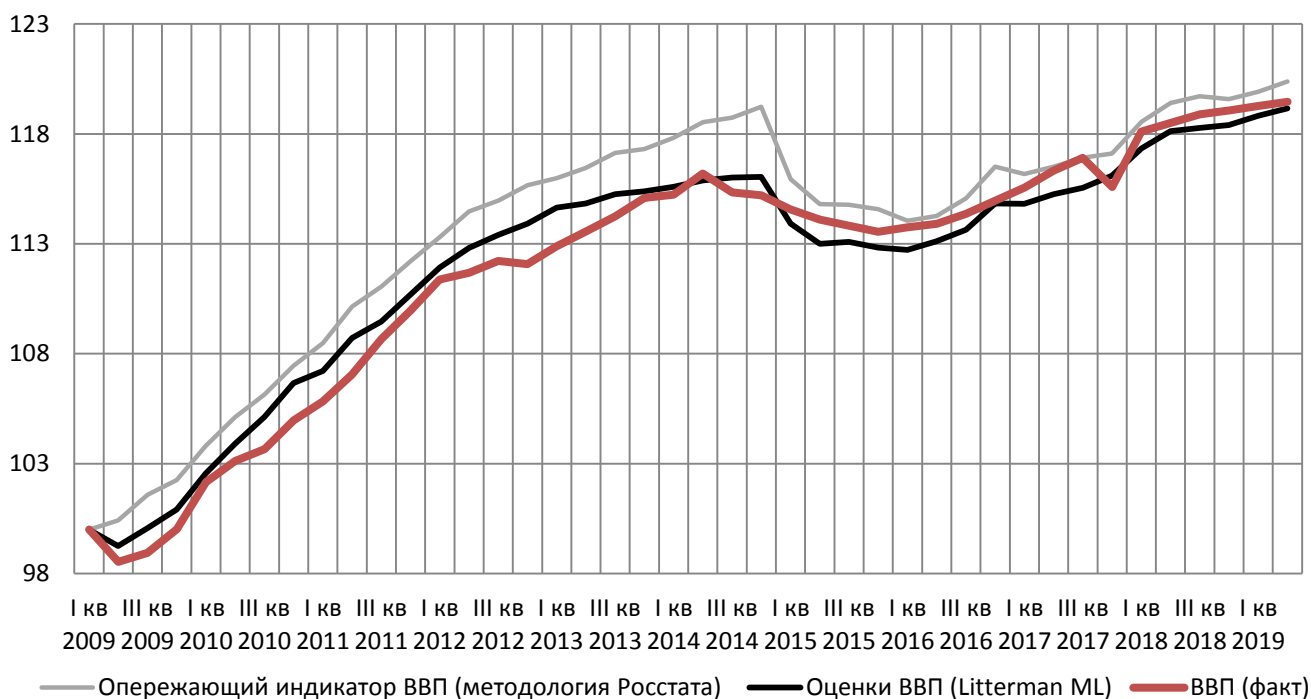
Для выбора лучшего вида темпорального дезагрегирования была построена ранговая таблица для третьей (итоговой) спецификации по показателям внутривыборочного MAPE, а также наукаста на 6 и на 10 точках (см. Приложение, табл. 7). Все виды темпорального дезагрегирования были упорядочены по показателю MAPE. Минимальному значению был присвоен ранг 1, максимальному – 7. Для отбора итоговой спецификации проведенного темпорального дезагрегирования авторами был рассчитан суммарный ранг. Минимальный сум-

<sup>3</sup> MAPE для наукаста на 10 точек не был рассчитан для спецификаций с 7 переменными из-за ограничения степеней свободы для выборки с I квартала 2009 г. по IV квартал 2016 года.

марный ранг отмечается для вида темпорального дезагрегирования Litterman ML (модель Litterman с оценкой методом максимального правдоподобия).

Графический анализ фактических квартальных значений ВВП России, публикуемых Росстатом, и полученных оценок квартальных значений ВВП России по итоговой спецификации для Litterman ML показал, что в целом темпоральное дезагрегирование значительно лучше предсказывает квартальные значения ВВП Российской Федерации, чем ранее рассчитанный авторами опережающий индикатор по методологии Росстата (рис. 2).

**Рисунок 2.** Индекс физического объема ВВП России (в % к I кварталу 2009 г.; с исключением сезонности)



Напомним, что целью этого исследования является получение квартальных оценок **валового регионального продукта**, поэтому на последнем этапе были получены модельные оценки квартальных данных ВРП в целом по России и семи рассматриваемым федеральным округам<sup>4</sup> с использованием третьей спецификации, полученной на данных ВВП России, методом Litterman ML (рис. 3). Представленные на рис. 3 графики показывают, что в целом темпоральное дезагрегирование значительно лучше аппроксимирует ВРП для рассматриваемых в данной работе федеральных округов, чем опережающий индикатор, построенный по методологии Росстата.

<sup>4</sup> Темпоральное дезагрегирование не проводилось по Северо-Кавказскому федеральному округу в связи с отсутствием ретроспективных данных по большинству показателей.

## 4. Заключение

В завершение необходимо отметить, что между фактическими годовыми данными ВРП и модельными квартальными оценками опережающего индикатора ВРП по методологии Росстата (рис. 3) периодически возникают существенные разрывы. Среди причин возникновения разрывов между фактическими годовыми данными ВРП и модельными квартальными оценками опережающего индикатора следует указать, что ВРП представляет собой валовую добавленную стоимость, созданную резидентами региона, и рассчитывается как разница между выпуском и промежуточным потреблением. В свою очередь, в связи с отсутствием региональной информации о величине промежуточного потребления в промышленном производстве, строительстве, розничной торговле и в сфере платных услуг, оказываемых населению, при расчете опережающего индикатора ВРП по методологии Росстата авторами не производилась корректировка полученного индикатора на возможный объем промежуточного потребления.

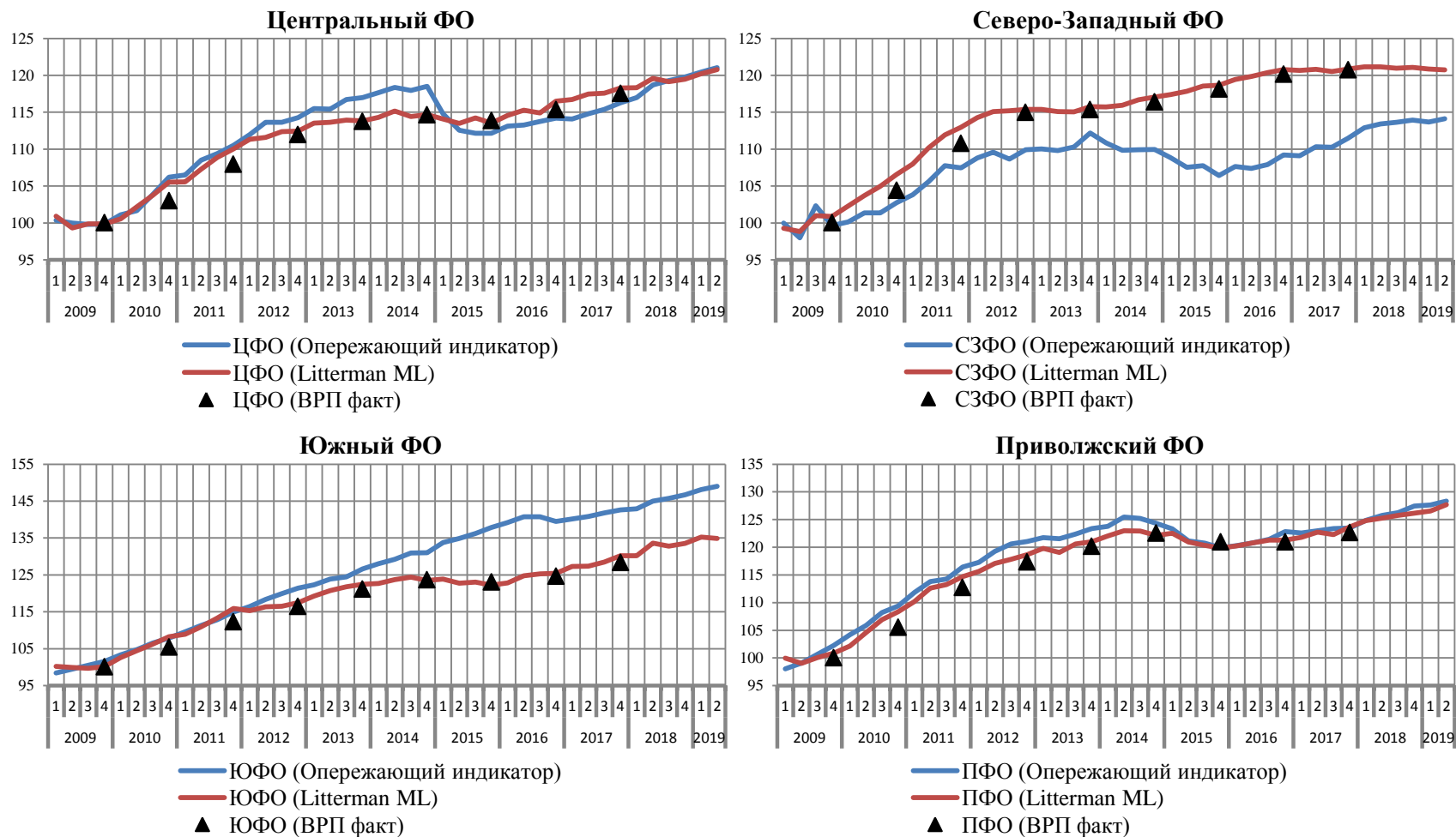
Следует отметить, что при расчете опережающего индикатора ВРП авторами не учитывались данные по выпуску продукции в сельском хозяйстве по причине отсутствия цепных индексов в региональном разрезе.

Кроме того, при расчете опережающего индикатора ВРП по методологии Росстата в качестве индикатора раздела G «Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов» авторами был выбран индекс физического объема оборота розничной торговли, поскольку невозможно объективно разделить значения валовых добавленных стоимостей для розничной торговли, оптовой торговли и для услуг по ремонту автотранспортных средств и мотоциклов.

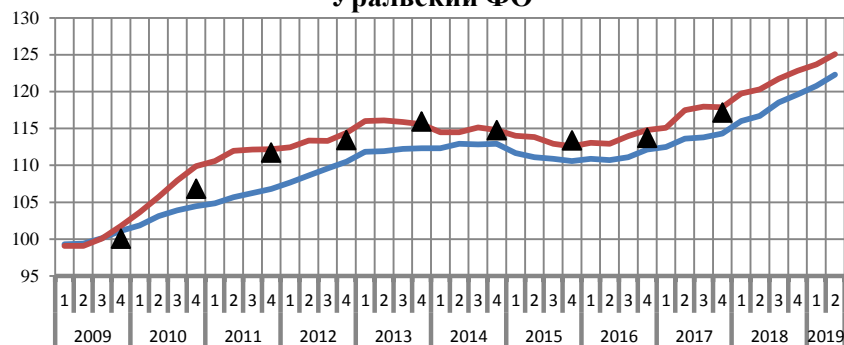
Также в объеме платных услуг населению не учитывается ряд услуг (например, услуги общественного питания, услуги финансовые и страховые, услуги в области обязательного медицинского страхования и т.д.), для которых не производится официальная публикация оперативной информации в региональном разрезе.

Подводя итоги, отметим, что в целях улучшения точности модельных оценок исследование будет продолжено в рамках темпорального дезагрегирования с использованием моделей пространства состояний.

**Рисунок 3. Индекс физического объема валового регионального продукта**  
(в % к среднему значению за 2009 г.; с исключением сезонности)

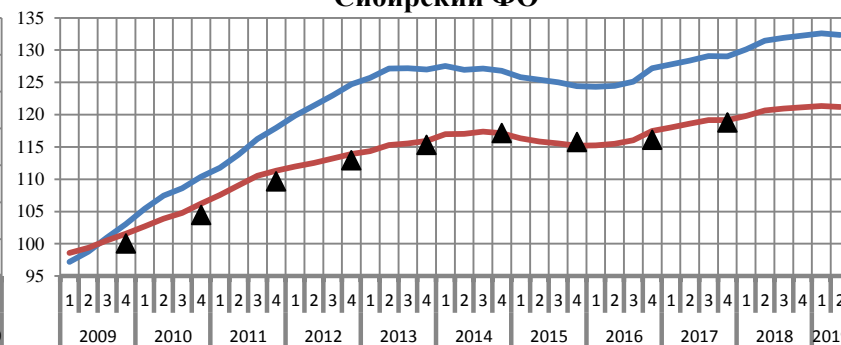


**Уральский ФО**



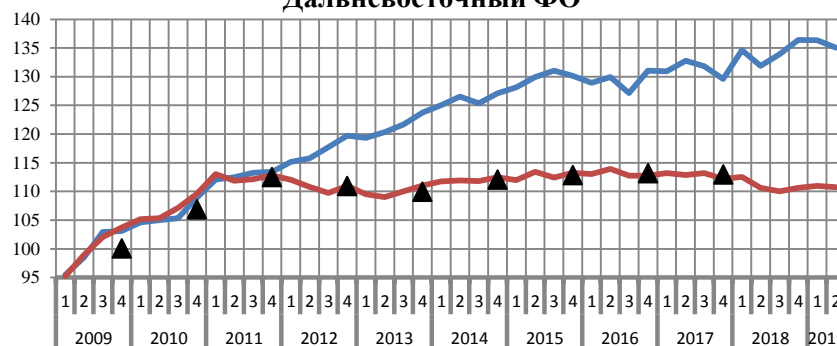
— УрФО (Опережающий индикатор)  
 — УрФО (Litterman ML)  
 ▲ УрФО (ВРП факт)

**Сибирский ФО**



— СФО (Опережающий индикатор)  
 — СФО (Litterman ML)  
 ▲ СФО (ВРП факт)

**Дальневосточный ФО**



— ДВФО (Опережающий индикатор)  
 — ДВФО (Litterman ML)  
 ▲ ДВФО (ВРП факт)

## Литература

Abeysinghe T., Rajaguru G. (2004) 'Quarterly Real GDP Estimates for China and ASEAN4 with a Forecast Evaluation'. *Journal of Forecasting*, no. 23, pp. 431–447.

Boot J.C.G., Feibes W., Lisman J.H.C. (1967) 'Further Methods of derivation of Quarterly Figures from Annual Data'. *Applied Statistics*, no. 16(1), pp. 65–75.

Bruno G., Fonzo T. Di, Golinelli R., Parigi G. (2005) 'Short-run GDP forecasting in G7 countries: temporal disaggregation techniques and bridge models'. The OECD-Eurostat workshop on 'Frontiers in Benchmarking Techniques and Their Application on Official Statistics'.

Cholette P., Dagum E. (1994) 'Benchmarking Time Series with Autocorrelated Survey Errors'. *International Statistical Review*, no. 62(3), pp. 365–377.

Chow G.C., Lin A. (1971) 'Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution, and Extrapolation of Time Series by Related Series'. *The Review of Economics and Statistics*, no. 53(4).

Denton F. (1971) 'Adjustment of Monthly or Quarterly Series to Annual Totals: An Approach Based on Quadratic Minimization'. *Journal of Business & Economic Statistics*, no. 66(333), pp. 99–102.

Fernandez R. B. (1981) 'A methodological note on the estimation of time series'. *The Review of Economics and Statistics*, no. 63(3), pp. 471–476.

Lisman J.H.C., Sandee J. (1964) 'Derivation of Quarterly Figures from Annual Data'. *Journal of the Royal Statistical Society*, no. 13(2), pp. 87–90.

Litterman R. B. (1983) 'A Random Walk, Markov Model For The Distribution of The Time Series'. *Journal of Business & Economic Statistics*, no. 1(2), pp. 169–173.

Mitchell J., Richard J. Smith, Martin R. Weale, Stephen Wright, Eduardo L. Salazar (2014) 'An Indicator of Monthly GDP and an Early Estimate of Quarterly GDP Growth'. Results of a project initially undertaken for the Office of National Statistics of United Kingdom and HM Treasury.

Polasek W., Llano C., Sellner R. (2010) 'Bayesian Methods for Completing Data in Spatial Models'. *Review of Economic Analysis*, no. 2, pp. 194–214.

Sax C., Steiner P. (2013) 'Temporal Disaggregation of Time Series'. *The R Journal*, no. 5(2), pp. 80–87.

Sorić Petar, Buljan Vjeran (2014) 'Estimating monthly GDP in Croatia: a temporal disaggregation approach'. 3<sup>rd</sup> M-sphere International Conference for multidisciplinary in science and business, Book of Papers.

Официальная статистическая методология формирования официальной статистической информации об объеме платных услуг населения в разрезе видов услуг (Приказ Росстата от 29.09.2017 № 643). Росстат. 2017.

Приказ Госкомстата Российской Федерации от 22 февраля 1999 г. № 20 «О Регламенте разработки и представления данных по валовому региональному продукту».

Методологические положения по статистике. Выпуск второй. Росстат. 1998.

Методологические подходы к построению опережающих индикаторов социально-экономического развития государств – членов ТС и ЕЭП. М., 2014. 11 с.

Методологический комментарий «Анализ ценовых ожиданий предприятий» // Банк России. Декабрь 2018.

Моторин В.И. Метод темпорального дезагрегирования интервального динамического ряда на основе высокочастотных индикаторов и принципа сохранения движения // Вопросы статистики. 2016. № 8. С.27–38.

## Приложение

### Таблица 1. Используемые данные

| Выборка                                                                                                         | Показатель                                                                                                                                    | Обозначение | Формат                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Показатели реального сектора</b>                                                                             |                                                                                                                                               |             |                                                                                          |
| Официальные данные Росстата (I квартал 2009 г. – II квартал 2019 г.)                                            | Индекс промышленного производства                                                                                                             | pp          | В % к дек. 2008 г.<br><br>SA (X13/TRAMO SEATS)                                           |
|                                                                                                                 | Индекс физического объема работ по виду деятельности «Строительство»                                                                          | str         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Индекс физического объема оборота розничной торговли                                                                                          | ort         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Индекс физического объема оборота оптовой торговли                                                                                            | oot         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Индекс физического объема платных услуг населению                                                                                             | opu         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Индекс производства продукции сельского хозяйства                                                                                             | sx          |                                                                                          |
| <b>Оценка текущей экономической ситуации и ожидания агентов</b>                                                 |                                                                                                                                               |             |                                                                                          |
| Официальные данные Мониторинга предприятий Банка России (I квартал 2009 г. – II квартал 2019 г.)                | Изменение экономической конъюнктуры                                                                                                           | id1         | Хозяйство всего;<br>баланс ответов<br><br>В % к дек. 2008 г.<br><br>SA (X13/TRAMO SEATS) |
|                                                                                                                 | Оценка экономического положения предприятий                                                                                                   | id2         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение объемов производства (подрядных работ, транспортных услуг, услуг связи, товарооборота)                                              | id4         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение объемов отгруженной продукции (введенных в действие объектов, отправленных грузов, продаж)                                          | id5         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение запасов готовой продукции (объемов незавершенного строительства, товарных ресурсов)                                                 | id6         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение объемов заказов на продукцию (договоров подряда, договоров на перевозки, договоров на услуги связи, контрактов) на внутреннем рынке | id7         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение объема заказов на продукцию (договоров подряда, договоров на перевозки, договоров на услуги связи, контрактов) на внешнем рынке     | id8         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Обеспеченность предприятия заказами (договорами подряда, договорами на услуги, контрактами)                                                   | id9         |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение уровня загрузки производственных мощностей                                                                                          | id10        |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение издержек производства (обращения)                                                                                                   | id11        |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение спроса на продукцию (услуги) отрасли                                                                                                | id12        |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение обеспеченности оборотными средствами                                                                                                | id13        |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение условий кредитования                                                                                                                | id14        |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Изменение инвестиционной активности предприятий (инвестиционная анкета)                                                                       | id23        |                                                                                          |
|                                                                                                                 | Ожидания: Изменение объемов производства продукции (подрядных работ, транспортных услуг, товарооборота)                                       | id15        |                                                                                          |
| Ожидания: Изменение спроса на продукцию (услуги) предприятий                                                    | id16                                                                                                                                          |             |                                                                                          |
| Ожидания: Изменение финансового состояния предприятий в квартале, следующим за отчетным (инвестиционная анкета) | id22                                                                                                                                          |             |                                                                                          |
| <b>Расчетные показатели</b>                                                                                     |                                                                                                                                               |             |                                                                                          |
| Расчеты Уральского ГУ Банка России (I квартал 2009 г. – II квартал 2019 г.)                                     | Опережающий индикатор ВВП на основании методологии Росстата                                                                                   | oper        | В % к дек. 2008 г.                                                                       |
| Расчеты Банка России (I квартал 2009 г. – II квартал 2019 г.)                                                   | Индикатор бизнес климата (ИБК) на основании данных Мониторинга предприятий Банка России                                                       | id3         | SA (X13/TRAMO SEATS)                                                                     |



**Таблица 2.** Результаты лучших спецификаций моделирования квартального ВВП по России методами темпорального дезагрегирования (2009–2018 гг.). Тип темпорального дезагрегирования «sum»

| Количество включенных в спецификацию переменных (k), где k = 1,...,7           |                                                                                                                            | 1                        | 2    | 3              | 4              | 5              | 6              | 7              |                |                |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Количество протестированных спецификаций                                       |                                                                                                                            | 25                       | 300  | 2 303          | 12 650         | 53 130         | 177 100        | 480 700        |                |                |
| Показатели реального сектора                                                   | Индекс промышленного производства                                                                                          |                          |      |                |                |                | •              |                |                |                |
|                                                                                | Индекс физического объема работ по виду деятельности «Строительство»                                                       |                          |      |                | •              | •              | •              | •              |                |                |
|                                                                                | Индекс физического объема оборота розничной торговли                                                                       |                          | •    |                |                |                | •              |                |                |                |
|                                                                                | Индекс производства продукции сельского хозяйства                                                                          |                          |      |                |                |                |                |                |                |                |
|                                                                                | Индекс физического объема оборота оптовой торговли                                                                         | •                        |      |                |                |                |                |                |                |                |
| Расчеты Уральского ГУ Банка России                                             | Опережающий индикатор ВВП на основании методологии Росстата (расчеты Уральского ГУ БР)                                     |                          |      | •              | •              | •              |                | •              |                |                |
| Показатели Мониторинга предприятий Банка России                                | Изменение экономической конъюнктуры                                                                                        |                          |      |                | •              |                | •              |                |                |                |
|                                                                                | Изменение запасов готовой продукции                                                                                        |                          |      |                |                |                | •              |                |                |                |
|                                                                                | Обеспеченность предприятия заказами                                                                                        |                          | •    | •              |                |                |                | •              |                |                |
|                                                                                | Изменение спроса на продукцию (услуги)                                                                                     |                          |      | •              |                | •              |                | •              |                |                |
|                                                                                | Изменение обеспеченности оборотными средствами                                                                             |                          |      |                |                | •              |                | •              |                |                |
|                                                                                | Ожидания: Изменение объемов производства продукции                                                                         |                          |      |                |                |                | •              | •              | •              |                |
|                                                                                | Ожидания: Изменение спроса продукции                                                                                       |                          |      |                | •              |                |                |                |                |                |
| Изменение инвестиционной активности предприятий                                |                                                                                                                            |                          |      |                |                |                |                | •              |                |                |
| R Studio                                                                       | Виды темпорального дезагрегирования                                                                                        | Chow-Lin ML              | MAPE | 0,00369        | 0,00370        | 0,00401        | 0,00399        | 0,00385        | 0,00396        | 0,003333       |
|                                                                                |                                                                                                                            | Chow-Lin min RSS Ecotrim |      | 0,00454        | 0,00369        | 0,00396        | 0,00401        | 0,00378        | 0,00389        | 0,003477       |
|                                                                                |                                                                                                                            | Chow-Lin min RSS Quilis  |      | 0,00354        | 0,00373        | 0,00403        | 0,00386        | 0,00372        | 0,00372        | 0,003381       |
|                                                                                |                                                                                                                            | Chow-Lin fixed rho       |      | 0,00486        | 0,00452        | 0,00392        | 0,00397        | 0,00382        | 0,00393        | 0,003467       |
|                                                                                |                                                                                                                            | Litterman ML             |      | 0,00365        | 0,00389        | 0,00403        | 0,00391        | 0,00368        | 0,00352        | 0,00338        |
|                                                                                |                                                                                                                            | Litterman min RSS        |      | 0,00375        | 0,00391        | 0,00405        | 0,00397        | 0,00368        | 0,00353        | 0,004954       |
|                                                                                |                                                                                                                            | Litterman fixed rho      |      | 0,00352        | 0,00376        | 0,00403        | 0,00392        | 0,00371        | 0,00364        | 0,003368       |
|                                                                                |                                                                                                                            | Fernandez                |      | 0,00352        | 0,00373        | 0,00403        | 0,00386        | 0,00372        | 0,00372        | 0,00338        |
| <b>Суммарное значение MAPE среди всех видов темпорального дезагрегирования</b> |                                                                                                                            |                          |      | <b>0,03107</b> | <b>0,03093</b> | <b>0,03207</b> | <b>0,03150</b> | <b>0,02996</b> | <b>0,02991</b> | <b>0,02874</b> |
| Расчеты УГУ                                                                    | MAPE Опережающего индикатора ВВП по методологии Росстата без темпорального дезагрегирования по всей выборке <u>0,00493</u> |                          |      |                |                |                |                |                |                |                |

• - включение переменной в спецификацию модели.

**Таблица 3.** Информационные критерии Акаике лучших спецификаций моделирования квартального ВВП по России методами темпорального дезагрегирования

| Лучшая спецификация для включенных в спецификацию переменных ( $k$ ), где $k = 1, \dots, 7$ |                                                                                        | 1                        | 2   | 3      | 4      | 5             | 6      | 7      |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Показатели реального сектора                                                                | Индекс промышленного производства                                                      |                          |     |        |        |               | •      |        |        |        |
|                                                                                             | Индекс физического объема работ по виду деятельности «Строительство»                   |                          |     |        | •      | •             | •      | •      |        |        |
|                                                                                             | Индекс физического объема оборота розничной торговли                                   |                          | •   |        |        |               | •      |        |        |        |
|                                                                                             | Индекс производства продукции сельского хозяйства                                      |                          |     |        |        |               |        |        |        |        |
|                                                                                             | Индекс физического объема оборота оптовой торговли                                     | •                        |     |        |        |               |        |        |        |        |
| Расчеты Уральского ГУ Банка России                                                          | Опережающий индикатор ВВП на основании методологии Росстата (расчеты Уральского ГУ БР) |                          |     | •      | •      | •             |        | •      |        |        |
| Показатели Мониторинга предприятий Банка России                                             | Изменение экономической конъюнктуры                                                    |                          |     |        | •      |               | •      |        |        |        |
|                                                                                             | Изменение запасов готовой продукции                                                    |                          |     |        |        |               | •      |        |        |        |
|                                                                                             | Обеспеченность предприятия заказами                                                    |                          | •   | •      |        |               |        | •      |        |        |
|                                                                                             | Изменение спроса на продукцию (услуги)                                                 |                          |     | •      |        | •             |        | •      |        |        |
|                                                                                             | Изменение обеспеченности оборотными средствами                                         |                          |     |        |        | •             |        | •      |        |        |
|                                                                                             | Ожидания: Изменение объемов производства продукции                                     |                          |     |        |        | •             | •      | •      |        |        |
|                                                                                             | Ожидания: Изменение спроса продукции                                                   |                          |     |        | •      |               |        |        |        |        |
|                                                                                             | Изменение инвестиционной активности предприятий                                        |                          |     |        |        |               |        | •      |        |        |
| R Studio                                                                                    | Виды темпорального дезагрегирования                                                    | Chow-Lin ML              | AIC | 10,433 | 8,591  | 8,178         | 7,587  | 8,730  | 9,350  | 7,929  |
|                                                                                             |                                                                                        | Chow-Lin min RSS Ecotrim |     | 11,473 | 9,547  | 6,934         | 7,409  | 7,530  | 8,143  | 7,145  |
|                                                                                             |                                                                                        | Chow-Lin min RSS Quilis  |     | 10,293 | 8,460  | 6,286         | 6,863  | 6,757  | 7,626  | 6,788  |
|                                                                                             |                                                                                        | Chow-Lin fixed rho       |     | 12,759 | 11,449 | 7,271         | 7,906  | 7,861  | 8,448  | 7,197  |
|                                                                                             |                                                                                        | Litterman ML             |     | 7,464  | 5,004  | 5,028         | 4,232  | 3,725  | 4,665  | 6,788  |
|                                                                                             |                                                                                        | Litterman min RSS        |     | 7,334  | 4,952  | 4,183         | 4,187  | 3,692  | 4,634  | 3,418  |
|                                                                                             |                                                                                        | Litterman fixed rho      |     | 9,030  | 7,187  | 5,234         | 5,795  | 5,655  | 6,499  | 5,807  |
|                                                                                             |                                                                                        | Fernandez                |     | 10,282 | 8,450  | 6,285         | 6,862  | 6,754  | 7,625  | 6,788  |
| <b>Суммарное AIC среди всех видов темпорального дезагрегирования</b>                        |                                                                                        |                          |     | 79,069 | 63,639 | <b>49,401</b> | 50,841 | 50,703 | 56,990 | 51,860 |

• - включение переменной в спецификацию модели.

**Таблица 4.** Информационные критерии Шварца лучших спецификаций моделирования квартального ВВП по России методами темпорального дезагрегирования

| Лучшая спецификация для включенных в спецификацию переменных (k), где k = 1,...,7 |                                                                                        | 1                        | 2   | 3             | 4             | 5             | 6             | 7             |               |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Показатели реального сектора                                                      | Индекс промышленного производства                                                      |                          |     |               |               |               | •             |               |               |               |
|                                                                                   | Индекс физического объема работ по виду деятельности «Строительство»                   |                          |     |               | •             | •             | •             | •             |               |               |
|                                                                                   | Индекс физического объема оборота розничной торговли                                   |                          | •   |               |               |               | •             |               |               |               |
|                                                                                   | Индекс производства продукции сельского хозяйства                                      |                          |     |               |               |               |               |               |               |               |
|                                                                                   | Индекс физического объема оборота оптовой торговли                                     | •                        |     |               |               |               |               |               |               |               |
| Расчеты Уральского ГУ Банка России                                                | Опережающий индикатор ВВП на основании методологии Росстата (расчеты Уральского ГУ БР) |                          |     | •             | •             | •             |               | •             |               |               |
| Показатели Мониторинга предприятий Банка России                                   | Изменение экономической конъюнктуры                                                    |                          |     |               | •             |               | •             |               |               |               |
|                                                                                   | Изменение запасов готовой продукции                                                    |                          |     |               |               |               | •             |               |               |               |
|                                                                                   | Обеспеченность предприятия заказами                                                    |                          | •   | •             |               |               |               | •             |               |               |
|                                                                                   | Изменение спроса на продукцию (услуги)                                                 |                          |     | •             |               | •             |               | •             |               |               |
|                                                                                   | Изменение обеспеченности оборотными средствами                                         |                          |     |               |               | •             |               | •             |               |               |
|                                                                                   | Ожидания Изменение объемов производства продукции                                      |                          |     |               |               | •             | •             | •             |               |               |
|                                                                                   | Ожидания Изменение спроса продукции                                                    |                          |     |               | •             |               |               |               |               |               |
| Изменение инвестиционной активности предприятий                                   |                                                                                        |                          |     |               |               |               | •             |               |               |               |
| R Studio                                                                          | Виды темпорального дезагрегирования                                                    | Chow-Lin ML              | BIC | 10,494        | 8,682         | 8,299         | 7,587         | 8,911         | 9,561         | 7,929         |
|                                                                                   |                                                                                        | Chow-Lin min RSS Ecotrim |     | 11,534        | 9,638         | 7,055         | 7,409         | 7,711         | 8,354         | 7,145         |
|                                                                                   |                                                                                        | Chow-Lin min RSS Quilis  |     | 10,353        | 8,550         | 6,407         | 6,863         | 6,939         | 7,837         | 6,788         |
|                                                                                   |                                                                                        | Chow-Lin fixed rho       |     | 12,820        | 11,539        | 7,392         | 7,906         | 8,042         | 8,660         | 7,197         |
|                                                                                   |                                                                                        | Litterman ML             |     | 7,524         | 5,095         | 5,149         | 4,232         | 3,906         | 4,877         | 6,788         |
|                                                                                   |                                                                                        | Litterman min RSS        |     | 7,394         | 5,043         | 4,304         | 4,187         | 3,873         | 4,846         | 3,418         |
|                                                                                   |                                                                                        | Litterman fixed rho      |     | 9,091         | 7,278         | 5,355         | 5,795         | 5,837         | 6,711         | 5,807         |
|                                                                                   |                                                                                        | Fernandez                |     | 10,343        | 8,540         | 6,406         | 6,862         | 6,935         | 7,837         | 6,788         |
| <b>Суммарное BIC среди всех видов темпорального дезагрегирования</b>              |                                                                                        |                          |     | <b>79,553</b> | <b>64,365</b> | <b>50,369</b> | <b>50,841</b> | <b>52,155</b> | <b>58,684</b> | <b>51,860</b> |

• - включение переменной в спецификацию модели.

**Таблица 5.** Результаты наукастинга лучших спецификаций моделирования квартального ВВП по России методами темпорального дезагрегирования на период с I квартала 2018 г. до II квартала 2019 года

| Лучшая спецификация для включенных в спецификацию переменных (k), где k = 1,...,7 |                                                                                        | 1                                                                                         | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7              |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|---------|
| Показатели реального сектора                                                      | Индекс промышленного производства                                                      |                                                                                           |         |         |         |         | •       |                |         |
|                                                                                   | Индекс физического объема работ по виду деятельности «Строительство»                   |                                                                                           |         |         | •       | •       | •       | •              |         |
|                                                                                   | Индекс физического объема оборота розничной торговли                                   |                                                                                           | •       |         |         |         | •       |                |         |
|                                                                                   | Индекс производства продукции сельского хозяйства                                      |                                                                                           |         |         |         |         |         |                |         |
|                                                                                   | Индекс физического объема оборота оптовой торговли                                     | •                                                                                         |         |         |         |         |         |                |         |
| Расчеты Уральского ГУ Банка России                                                | Опережающий индикатор ВВП на основании методологии Росстата (расчеты Уральского ГУ БР) |                                                                                           |         | •       | •       | •       |         | •              |         |
| Показатели Мониторинга предприятий Банка России                                   | Изменение экономической конъюнктуры                                                    |                                                                                           |         |         | •       |         | •       |                |         |
|                                                                                   | Изменение запасов готовой продукции                                                    |                                                                                           |         |         |         |         | •       |                |         |
|                                                                                   | Обеспеченность предприятия заказами                                                    |                                                                                           | •       | •       |         |         |         | •              |         |
|                                                                                   | Изменение спроса на продукцию (услуги)                                                 |                                                                                           |         | •       |         | •       |         | •              |         |
|                                                                                   | Изменение обеспеченности оборотными средствами                                         |                                                                                           |         |         |         | •       |         | •              |         |
|                                                                                   | Ожидания: Изменение объемов производства продукции                                     |                                                                                           |         |         |         | •       | •       | •              |         |
|                                                                                   | Ожидания: Изменение спроса продукции                                                   |                                                                                           |         |         | •       |         |         |                |         |
|                                                                                   | Изменение инвестиционной активности предприятий                                        |                                                                                           |         |         |         |         |         | •              |         |
| R Studio                                                                          | Виды темпорального дезагрегирования                                                    | Chow-Lin ML                                                                               | 0,02897 | 0,01638 | 0,01188 | 0,00474 | 0,01171 | 0,00425        | 0,00853 |
|                                                                                   |                                                                                        | Chow-Lin min RSS Ecotrim                                                                  | 0,03690 | 0,02484 | 0,00872 | 0,00363 | 0,01197 | 0,00369        | 0,00696 |
|                                                                                   |                                                                                        | Chow-Lin min RSS Quilis                                                                   | 0,02447 | 0,01413 | 0,00517 | 0,00952 | 0,01169 | 0,00379        | 0,00337 |
|                                                                                   |                                                                                        | Chow-Lin fixed rho                                                                        | 0,04400 | 0,02938 | 0,00985 | 0,00176 | 0,01184 | 0,00379        | 0,00719 |
|                                                                                   |                                                                                        | Litterman ML                                                                              | 0,02185 | 0,00964 | 0,00512 | 0,00310 | 0,00255 | 0,00365        | 0,00405 |
|                                                                                   |                                                                                        | Litterman min RSS                                                                         | 0,02130 | 0,00876 | 0,00271 | 0,00310 | 0,00255 | 0,00365        | 0,00405 |
|                                                                                   |                                                                                        | Litterman fixed rho                                                                       | 0,02217 | 0,01404 | 0,00512 | 0,01199 | 0,01153 | 0,00379        | 0,00283 |
|                                                                                   |                                                                                        | Fernandez                                                                                 | 0,02416 | 0,01399 | 0,00515 | 0,00946 | 0,01166 | 0,00378        | 0,00336 |
| <b>Суммарное значение MAPE наукаста (6 точек прогноза)</b>                        |                                                                                        |                                                                                           | 0,22383 | 0,13114 | 0,05372 | 0,04731 | 0,07549 | <b>0,03039</b> | 0,04033 |
| Расчеты Уральского ГУ Банка России                                                |                                                                                        | MAPE наукаста Оперезающего индикатора ВВП по методологии Росстата (6 точек) <u>0,1302</u> |         |         |         |         |         |                |         |

• - включение переменной в спецификацию модели.

**Таблица 6.** Результаты наукастинга лучших спецификаций моделирования квартального ВВП по России методами темпорального дезагрегирования на период с I квартала 2017 г. до II квартала 2019 года

| Лучшая спецификация для включенных в спецификацию переменных (k), где k = 1,...,6 |                                                                                        | 1                                                                                          | 2                        | 3       | 4       | 5              | 6       |         |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------|
| Показатели реального сектора                                                      | Индекс промышленного производства                                                      |                                                                                            |                          |         |         |                | •       |         |         |
|                                                                                   | Индекс физического объема работ по виду деятельности «Строительство»                   |                                                                                            |                          |         | •       | •              | •       |         |         |
|                                                                                   | Индекс физического объема оборота розничной торговли                                   |                                                                                            | •                        |         |         |                | •       |         |         |
|                                                                                   | Индекс производства продукции сельского хозяйства                                      |                                                                                            |                          |         |         |                |         |         |         |
|                                                                                   | Индекс физического объема оборота оптовой торговли                                     | •                                                                                          |                          |         |         |                |         |         |         |
| Расчеты Уральского ГУ Банка России                                                | Опережающий индикатор ВВП на основании методологии Росстата (расчеты Уральского ГУ БР) |                                                                                            |                          | •       | •       | •              |         |         |         |
| Показатели Мониторинга предприятий Банка России                                   | Изменение экономической конъюнктуры                                                    |                                                                                            |                          |         | •       |                | •       |         |         |
|                                                                                   | Изменение запасов готовой продукции                                                    |                                                                                            |                          |         |         |                | •       |         |         |
|                                                                                   | Обеспеченность предприятия заказами                                                    |                                                                                            | •                        | •       |         |                |         |         |         |
|                                                                                   | Изменение спроса на продукцию (услуги)                                                 |                                                                                            |                          | •       |         | •              |         |         |         |
|                                                                                   | Изменение обеспеченности оборотными средствами                                         |                                                                                            |                          |         |         | •              |         |         |         |
|                                                                                   | Ожидания: Изменение объемов производства продукции                                     |                                                                                            |                          |         |         | •              | •       |         |         |
|                                                                                   | Ожидания: Изменение спроса продукции                                                   |                                                                                            |                          |         | •       |                |         |         |         |
| R Studio                                                                          | Виды темпорального дезагрегирования                                                    | Chow-Lin ML                                                                                | MAPE (наукаста 10 точек) | 0,02226 | 0,01743 | 0,01783        | 0,00853 | 0,01380 | 0,01869 |
|                                                                                   |                                                                                        | Chow-Lin min RSS Ecotrim                                                                   |                          | 0,03205 | 0,02447 | 0,01476        | 0,01368 | 0,01387 | 0,01687 |
|                                                                                   |                                                                                        | Chow-Lin min RSS Quilis                                                                    |                          | 0,01760 | 0,01562 | 0,01159        | 0,01827 | 0,01348 | 0,01454 |
|                                                                                   |                                                                                        | Chow-Lin fixed rho                                                                         |                          | 0,03963 | 0,03215 | 0,01577        | 0,01157 | 0,01384 | 0,01735 |
|                                                                                   |                                                                                        | Litterman ML                                                                               |                          | 0,01546 | 0,01264 | 0,01102        | 0,01001 | 0,00955 | 0,01166 |
|                                                                                   |                                                                                        | Litterman min RSS                                                                          |                          | 0,01675 | 0,01231 | 0,00898        | 0,00999 | 0,01195 | 0,01166 |
|                                                                                   |                                                                                        | Litterman fixed rho                                                                        |                          | 0,01431 | 0,01540 | 0,01134        | 0,01996 | 0,01326 | 0,01362 |
|                                                                                   |                                                                                        | Fernandez                                                                                  |                          | 0,01735 | 0,01552 | 0,01158        | 0,01823 | 0,01340 | 0,01452 |
| <b>Суммарное значение MAPE наукаста (10 точек прогноза)</b>                       |                                                                                        |                                                                                            |                          | 0,17541 | 0,14553 | <b>0,10286</b> | 0,11024 | 0,10316 | 0,11891 |
| Расчеты Уральского ГУ Банка России                                                |                                                                                        | MAPE наукаста Оперезающего индикатора ВВП по методологии Росстата (10 точек) <u>0,1305</u> |                          |         |         |                |         |         |         |

• - включение переменной в спецификацию модели.

**Таблица 7.** Выбор лучшего вида темпорального дезагрегирования для лучшей выбранной спецификации<sup>5</sup>

| Вид темпорального дезагрегирования                                                   |                                                                    | Chow-Lin ML | Chow-Lin min RSS Ecotrim | Chow-Lin min RSS Quilis | Chow-Lin fixed rho | Litterman ML | Litterman min RSS | Litterman fixed rho | Fernandez |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------|
| Ранг вида темпорального дезагрегирования (ТД) (1 – лучший вид ТД; 7 – худший вид ТД) | MAPE (внутривыборочное)                                            | 3           | 2                        | 5                       | 1                  | 4            | 8                 | 7                   | 6         |
|                                                                                      | MAPE наукаста на 6 точек (I квартал 2018 г. – II квартал 2019 г.)  | 8           | 6                        | 5                       | 7                  | 2            | 1                 | 3                   | 4         |
|                                                                                      | MAPE наукаста на 10 точек (I квартал 2017 г. – II квартал 2019 г.) | 8           | 6                        | 5                       | 7                  | 2            | 1                 | 3                   | 4         |
| <b>Суммарный ранг (минимальное значение – лучшая спецификация)</b>                   |                                                                    | 19          | 14                       | 15                      | 15                 | <b>8</b>     | 10                | 13                  | 14        |

<sup>5</sup> Лучшая спецификация включает в себя опережающий индикатор ВВП на основании методологии Росстата (расчеты Уральского ГУ Банка России) и показатели Мониторинга предприятий Банка России: обеспеченность предприятия заказами (договорами подряда, договорами на услуги, контрактами) и изменение спроса на продукцию (услуги) отрасли.