

УДК 338.45:629.7

DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.10.2016.2.93-101>

Как цитировать статью: Иванов Д. Ю. Модель анализа и прогнозирования динамики промышленного производства и ракетно-космической отрасли Российской Федерации // Актуальные проблемы экономики и права. 2016. Т. 10, № 2. С. 93–101.

Д. Ю. ИВАНОВ¹

¹ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, г. Самара, Россия

МОДЕЛЬ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Цель: проведение сравнительного анализа динамики промышленного производства и ракетно-космической отрасли России.

Методы: метод асинхронного гармонического анализа, сравнительный.

Результаты: получены прогнозы развития ракетно-космической промышленности на 2015 и 2016 гг., которые сопоставлены с данными Министерства экономического развития и Всемирного банка развития. Сопоставление результатов показало, что полученные в ходе анализа данные и прогноз Министерства экономического развития и Всемирного банка развития совпадают лишь частично. Показана тенденция к увеличению объемов ракетно-космической промышленности.

Научная новизна: предложены математические модели динамики промышленного производства и ракетно-космической отрасли Российской Федерации, построенные на основе асинхронного гармонического анализа. Рассматривается ретроспектива развития ракетно-космического комплекса.

Практическая значимость: при помощи предложенных математических моделей динамики промышленного производства и ракетно-космической отрасли Российской Федерации, основанных на цикличности экономики, можно делать более точные прогнозы экономического развития.

Ключевые слова: экономика и управление народным хозяйством; асинхронный гармонический анализ; экономические циклы; фаза; частота; амплитуда; динамика промышленного производства; динамика ракетно-космической отрасли

Введение

Особенности современного состояния экономики актуализируют совершенствование имеющегося и создание принципиально нового инструментария анализа динамики экономических процессов, в связи с чем представляет интерес апробация сравнительно недавно предложенного метода асинхронного гармонического анализа, первые опыты применения которого дали положительные результаты, подтвердив высокую информативность данного подхода [1]. В современной научной литературе до сих пор встречаются работы, в которых отрицается сам факт цикличности экономического развития [2]. Вместе с тем важно отметить и то обстоятельство, что усилиями разных направлений мировой экономической

мысли (марксистского, кейнсианского, монетаристского и других) и благодаря разработкам отдельных исследователей, в том числе и российских, создан серьезный теоретический фундамент для изучения циклических процессов в рыночных экономиках [3, 4]. Обнаружено около 200 видов различных по продолжительности экономических циклов в экономической среде. Сформировались определенные классификации видов циклических колебаний, ведутся дискуссии об их причинах и возможностях проведения антициклических мер [5–8]. С учетом накопленного эмпирического материала уточняется продолжительность некоторых циклов, открываются новые виды циклов.

Метод асинхронного гармонического анализа строится на предположении о наличии в макроэконо-

мике определенных экономических циклов, имеющих вполне определенную природу, которые оказывают влияние на динамику мезоэкономики и микроэкономики, что, в свою очередь, определяет динамику макроэкономических процессов, поэтому в реальной экономике можно обнаружить смесь гармонических составляющих с разными периодами, амплитудами и сдвигами по фазе [9, 10].

Результаты исследования

1. Описание модели

Асинхронный гармонический анализ представляет собой последовательное исключение гармоник с варьируемыми фазами, частотами и амплитудами, заканчивающееся с исчезновением автокорреляции случайных остатков. При таком подходе модель временного ряда с наблюдаемыми значениями y_i представляется следующим образом:

$$y_i = y(t_i) = y_0(t_i) + \sum_{k=1}^m y_k(t_i) + \varepsilon_i, i = 1, \dots, n,$$

$$y_k(t) = u_k \sin\left(\frac{2\pi}{T_k}(t - t_{0k}) - \vartheta_k\right); k = 1, \dots, m,$$

где y_i – значение наблюдаемого параметра, $y_0(t_i)$ – тренд или долгосрочная компонента, отображающая основную тенденцию, $y_k(t_i)$ – гармоника с номером, k , ε_i – случайная компонента, u_k – амплитуда колебаний k -й гармоники, T_k – период колебаний k -й гармоники, ϑ_k – сдвиг k -й гармоники, i – номер наблюдения, t – координата точек отсчета, t_{0k} – сдвиг по фазе k -й гармоники.

Основная зависимость $y_0(t)$ находится по методу наименьших квадратов. Относительно координат точек отсчета будем предполагать, что они фиксируются с постоянным шагом $\Delta t = t_i - t_{i-1} = \text{const}$ ($i = 2, \dots, n$). В задачах экономического характера шаг отсчета обычно представляет собой некую единицу отсчета: неделя, месяц, квартал, год, поэтому примем, что $t_i = i$, $\Delta t = 1 - \text{const}$.

Рассмотрим процедуру выделения первой гармоники:

$$y_1(t) = u_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}(t - t_{01}) - \vartheta_1\right).$$

Используем минимизацию суммы квадратов отклонений:

$$S_1 = S_1(T_1, t_{01}, u_1, \vartheta_1) =$$

$$= \sum_{i=1}^n [y_i - y_0(t_i) - u_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}(t_i - t_{01}) - \vartheta_1\right)]^2 \Rightarrow \min,$$

где S_1 – функция суммы квадратов отклонений для гармоник с номером 1.

Период первой гармоники может принимать значения от $T_{1\min}$ до $T_{1\max}$. При единичном шаге отсчетов времени примем минимальное число точек отсчета для идентификации периода гармоники $T_{1\min} = 3$.

Представим, что величина $\alpha = 1/K$ показывает, какую часть периода в долях от общей длительности исследуемого временного ряда мы можем уверенно идентифицировать при асинхронном анализе. В этой связи при числе точек отсчетов $n = 12-24$ представляется возможным использовать значение $\alpha = 1/4$, тогда при единичном шаге времени получим $T_{1\max} = K \cdot n = 4 \cdot n$.

Рассмотрим предлагаемую численную процедуру оценки параметров первой гармоники. Допустим, что сначала на каждом шаге решения поочередно задаются периоды гармоник:

$$T_{1i} = 2 + i \quad (i = 1, 2, \dots, 4 \cdot n).$$

При фиксированном периоде итерационным методом находим сдвиг первой гармоники t_{01} таким образом, чтобы обеспечивалось максимальное значение коэффициента детерминации:

$$R_1^2 = 1 - \frac{ESS_1}{TSS} \Rightarrow \max,$$

$$\text{где } TSS = \sum_{i=1}^n \left(y_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i\right)^2;$$

$$ESS_1 = \sum_{i=1}^n [y_i - y_0(i) - u_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}(t_i - t_{01}) - \vartheta_1\right)]^2.$$

Поскольку для реализации численной процедуры необходимо задать интервал возможных значений рабочей переменной, то в данном случае можно предложить следующие ограничения:

$$k_L \cdot T_1 \leq t_{01} \leq k_U \cdot T_1,$$

где $k_L = -0,5$; $k_U = 0,5$.

Введение отрицательных значений сдвига по фазе обеспечивает выделение гармоник исключительно в виде синусоид, в то время как при использовании только положительных сдвигов необходимо помимо синусоид рассматривать еще и косинусоиды, что нерационально, так как происходит дополнительное усложнение решения задачи.

Считая, что при выполнении численной процедуры на ее конкретном шаге зафиксированы текущие значения периода и сдвига по фазе, обратимся к оценке амплитуды и сдвига первой гармоники, применяя для их нахождения метод наименьших квадратов, в соответствии с которым получим аналитические выражения для вычисления текущих значений амплитуды и сдвига в виде:

$$u_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot S_1(i) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \cdot \sum_{i=1}^n S_1(i)}{\sum_{i=1}^n S_1^2(i) - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n S_1(i))^2}, \quad \vartheta_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_1(i) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i,$$

где $y_i = y_i - y_0(t_i)$.

Представив сумму квадратов отклонений наблюдаемых и расчетных значений как функцию одного параметра ω_j , произведем ее численную минимизацию, что обеспечивает получение оценок всех параметров выделяемой гармоники:

$$S = S(\omega_j) \rightarrow \min \Rightarrow \omega_{1j}, t_{01j}, u_{1j}, \quad j = -n, \dots, n,$$

где ω_j – частота колебаний первой гармоники.

После этого, вычислив расчетные дисперсии, определим значения коэффициентов детерминации для всех принятых в начале процедуры значений:

$$R_{1j}^2 = \frac{D_{\text{расч}1j}}{D_y},$$

где $D_{\text{расч}1j} = D[y_0(t) + y_1(t)]$, $j = -n, \dots, n$.

Выбрав решение с максимальным значением коэффициента детерминации, найдем первую гармонику:

$$R_{1j}^2 \rightarrow \max; \quad j = -n, \dots, n \Rightarrow \omega_1, t_{01}, u_1.$$

На следующем шаге решения переходим к выделению второй гармоники, используя соотношения, соответствующие логике предыдущих соображений:

$$y_2(t_i) = u_2 \sin(\omega_2(t_i - t_{02})) = y_i - y_0(t_i) - y_1(t_i).$$

$$t_{02j} = t_j^*; \quad j = -n, -n+1, \dots, 0, \dots, n-1, n,$$

если $j < 0$, то $t_j^* = -t_j$; если $j = 0$, то $t_j^* = 0$, если $j > 0$, то $t_j^* = t_j$.

$$\frac{\partial S}{\partial u_{2j}} = 0 \Rightarrow u_{2j}.$$

$$S = S(\omega_{2j}) \rightarrow \min \Rightarrow \omega_{2j}, t_{02j}, u_{2j}; \quad j = -n, \dots, n.$$

$$R_{2j}^2 = \frac{D_{\text{расч}2j}}{D_y} \rightarrow \max; \quad j = -n, \dots, n \Rightarrow \omega_2, t_{02}, u_2.$$

Выделение гармоник прекращается после того, как исчезнет автокорреляция остатков:

$$\varepsilon_i = y_i - y_0(t_i) - \sum_{k=1}^m y_k(t_i); \quad i = 1, \dots, n,$$

где m – число гармоник, выделенных к данному шагу решения.

В качестве индикатора отсутствия автокорреляции остатков используем статистику Дарбина – Уотсона:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i)^2}.$$

Условие отсутствия автокорреляции определяется совместным выполнением неравенств:

$$d_u < d < 4 - d_u,$$

в которых верхнее критическое значение d выбирается по таблицам Дарбина – Уотсона $d_u = d_u(\alpha, n)$ в зависимости от принимаемого уровня значимости расхождений α и от числа наблюдений n [11]. В работе [12] предложен аналитический инструмент определения критических значений статистики Дарбина – Уотсона, избавляющий от необходимости использования соответствующих таблиц, что имеет определенный смысл при разработке программного обеспечения, реализующего рассматриваемый метод.

2. Применение модели

Рассмотрим применение асинхронного гармонического анализа к исследованию такой базовой характеристики макроэкономики, как валовый объем промышленного производства Российской Федерации (далее – ВПП), используя поквартальные данные Федеральной службы государственной статистики за период с 2005 по 2014 гг., содержащие 40 наблюдений, которые представлены графически на рис. 1.

В качестве основной зависимости выделен квадратичный тренд с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,482$ при среднем квадратическом отклонении остатков $s_0(\varepsilon) = 688,3$

$$y_0(t_i) = 1,176t_i^2 + 7,239t_i + 11749.$$

Проверка автокорреляции остатков при уровне значимости 0,95 показала присутствие только одной гармоники, для которой, применяя описанную выше процедуру, получим следующее выражение:

$$y_1(t) = -491,1 \sin\left(\frac{2\pi}{16}(t_i - 0,172)\right).$$

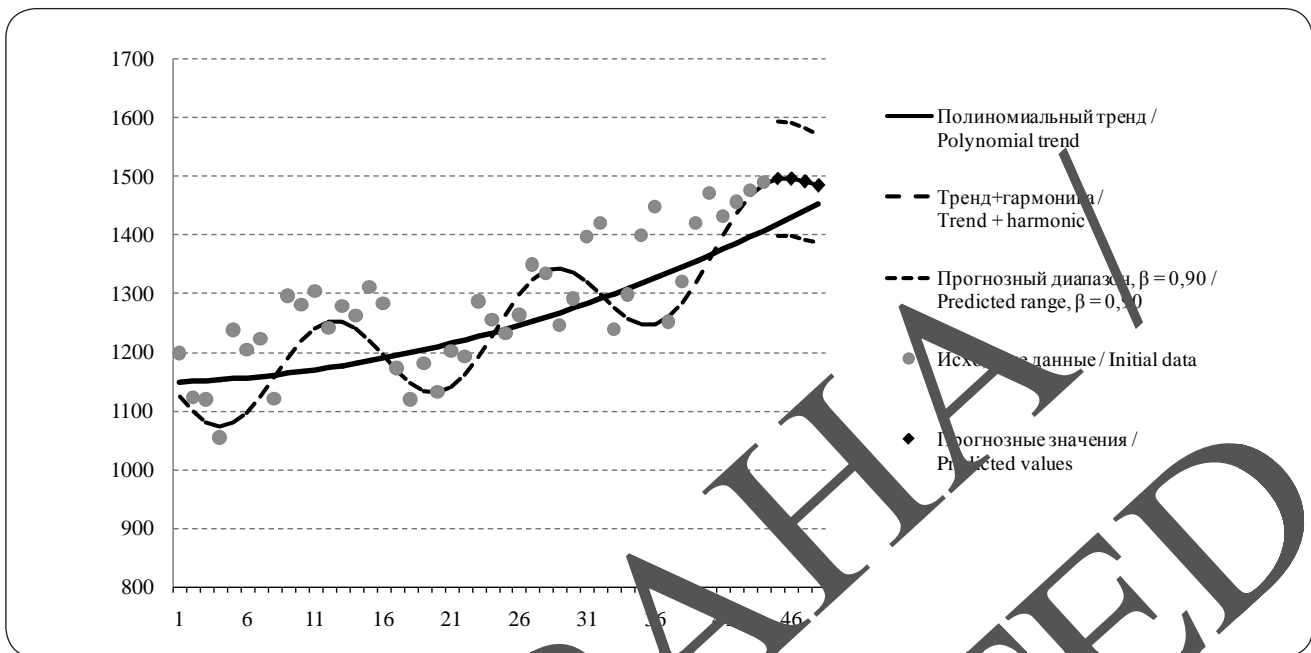


Рис. 1. Поквартальная динамика ВВП (2005–2016 гг.), млрд руб.*

* Источники: URL: <http://www.worldbank.org> (дата обращения: 20.03.2016); Федеральная служба государственной статистики; расчетные значения, полученные автором на основе описанной выше модели.

Fig. 1. Quarterly dynamics of GDP (2005–2016), bln rubles*

* Sources: available at: <http://www.worldbank.org> (access date: 20.03.2016); Federal Agency for State Statistics; calculated values obtained by the author on the basis of the above model.

Выявленный период $T_1 = 16$ позволяет сделать вывод о наличии четырехгодичного цикла, что во всей определенности указывает на эффективность государственного регулирования промышленного производства.

Композиция квадратического тренда и первой гармоники имеет коэффициент детерминации $R^2 = 0,613$ и среднее квадратическое отклонение $s_1(\epsilon) = 59,4$. При этом значение статистики Д-критерия – Уотсона составляет 1,761, что позволяет сделать вывод о том, что автокорреляция остатков отсутствует с вероятностью более 0,95, следовательно, дальнейшее выделение гармоник не требуется.

Полученные прогнозные поквартальные значения для российской промышленности на 2016 г. приведены в табл. 1 и на рис. 1, начиная со значений $T = 45$ (I квартал 2016 г.), с доверительным интервалом $\beta = 0,90$.

Прогноз макроэкономических показателей экономического развития России на 2016 г., выполненный Всемирным банком развития, указывает на предполагаемый рост промышленного производства на 1,3 %.

Ожидаемое увеличение конечного спроса частично может быть компенсировано эффектом импортозамещения и сокращения долларовых издержек¹ [13–15].

Таким образом, обобщенный тренд в виде суммы основного тренда и первой гармоники, выявленный с помощью асинхронного гармонического анализа, не совпадает с прогнозом Всемирного банка развития, однако построенный доверительный интервал не исключает развития ситуации по его сценарию.

Наиболее наукоемкой и конкурентоспособной на мировом уровне отраслью промышленности Российской Федерации является ракетно-космическая промышленность (далее – РКП), в связи с чем инструментальный анализ динамики РКП представляет особый интерес.

¹ Всемирный банк: прогноз по ВВП России на 2015 и 2016 годы. URL: <http://www.worldbank.org> (дата обращения: 08.05.2015); Всемирный банк развития. Прогноз экономического развития России в 2015–2018 годах. URL: <http://www.veb.ru/common/upload/files/veb/analytics/macro/progn15-18.pdf> (дата обращения: 21.04.2015).

Таблица 1
Прогноз промышленного производства РФ
на 2016 г., млрд руб.*

Table 1. Forecast of the industrial production
in the Russian Federation for 2016, bln rubles*

Год / Year	Период / Period	Нижняя граница, $\alpha = 0,05$ / Lower bound	Ожидаемые средние значения / Expected average	Верхняя граница, $\alpha = 0,95$ / Upper bound
2016	I квартал / I quarter	1397,4	1495,9	1594,4
	II квартал / II quarter	1397,7	1495,2	1591,6
	III квартал / III quarter	1392,1	1490,6	1582,1
	IV квартал / IV quarter	1386,0	1483,5	1582,0

* Источник: расчетные значения, полученные автором по описанной выше модели.

* Source: calculated values obtained by the author on the basis of the above model.

Космическая деятельность является самостоятельной частью мировой экономики с годовым оборотом в несколько сотен миллиардов долларов. Мировой рынок космических услуг представляет собой систему внутригосударственных и международных товарно-денежных отношений в сфере космической деятельности и использования ее результатов в других сферах: телекоммуникации, обороне, науке, культуре, образовании и т.д. как в сфере именно космической деятельности, так и при использовании ее результатов в этой сфере в интересах безопасности, решения социально-экономических задач, науки и международного сотрудничества.

Многие страны мира являются производителями космических услуг, еще большее количество государств – их потребителями. Зачастую мотивы престижа и политических интересов определяют государственную политику ряда держав, стремящихся развивать и поддерживать уровень технологий, соответствующий требованиям современного космического рынка. Например, доля России на мировом рынке космических услуг составила в 2014 г. 12 %². Государственная программа «Космическая деятель-

ность России на 2013–2020 годы» предусматривает дальнейший рост доли в этом секторе мирового рынка до 14 % в 2015 г. и до 16 % в 2020 г.³

Анализ современного состояния и развития ракетно-космической деятельности в мире показывает, что полным спектром возможной ракетно-космической продукции и услуг обладают только Россия и США. Активно стремятся к лидирующим позициям Китай и Индия [1]. Остальные участники рынка способны присутствовать только в отдельных нишах инфраструктуры космических услуг (Великобритания, Франция и др.).

Россия является пионером космической деятельности, поскольку именно советский гражданин Юрий Гагарин первым побывал в космосе, открыв эру пилотируемых космических полетов. Стремительно развиваясь, к началу 1960-х годов советская космическая программа превзошла программу США, единственную, которая тогда могла конкурировать с СССР. Так, в СССР было вдвое больше типов космических аппаратов и больше запусков космических летательных аппаратов, чем в США. В СССР максимум космической деятельности пришелся на период с 1970 по 1991 гг., когда на орбиту доставлялось более 100 космических аппаратов (далее – КА) в год. С 1991 г. космическая деятельность РФ резко сократилась. Так, в 2000-е гг. Россия успешно запустила на орбиту только 214 КА, т. е. около 20 КА ежегодно [17].

За последние десять лет Россия вернула себе лидирующие позиции по производству космических аппаратов. В этот период в США было построено 38 % от общего числа КА, в России – 20 %, в Европе – 17 %, в Китае – 9 %, в Японии – 6 % [16].

Состояние ракетно-космической промышленности России имеет выраженные особенности по сравнению с другими высокотехнологическими отраслями. За период 2006–2010 гг. объем продукции, произведенной предприятиями РКП, вырос на 197,3 %. За этот же период общий объем продукции, произведенной всей российской промышленностью, вырос только на 112,1 %. Ни одна из отраслей промышленности

² Коммерческий космический рынок. URL: <http://ecospace.me/Коммерческий%20космический%20рынок.html> (дата обращения: 08.04.2015).

³ Государственная программа Российской Федерации «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации № 2594-р от 28.12.2012. URL: <http://www.federspace.ru/115/> (дата обращения: 21.03.2015).

не имеет темпов роста производства, превосходящих динамику РКП, более того, РКП – единственная отрасль, в которой не было спада во время кризиса в 2009 г. [16, с. 8].

В связи с этим становится интересным изучение вопроса о том, имеется ли взаимосвязь в динамике развития ВПП и РКП нашей страны. Воспользуемся асинхронным гармоническим анализом для определения наличия взаимосвязи этих характеристик, а также выполним прогноз этих показателей в ближнесрочной перспективе.

Для асинхронного гармонического анализа динамики ракетно-космической промышленности используем временной ряд, содержащий 40 значений, использование которого приводит к идентификации следующей основной зависимости:

$$y_0(t_i) = 0,051t_i^2 + 0,925t_i + 35,52.$$

Среднеквадратическое отклонение остатков составило 11,857 и $R^2 = 0,900$. Полученное значение критерия Дарбина – Уотсона 1,862 свидетельствует о том, что автокорреляция остатков отсутствует с вероятностью более 0,95, поэтому выделение гармонической

не имеет смысла. Прогнозные значения РКП на 2016 г. по кварталам приведены в табл. 2 и на рис. 2, начиная со значений $T=45$ (I квартал 2016 г.), с доверительным интервалом $\beta = 0,90$.

Таблица 2
Прогнозные значения РКП, млрд руб.*
Table 2. Predicted values of rocket and space industry, bln rubles*

Год / Year	Период / Period	Нижняя граница, $\alpha = 0,95$ / Lower bound	Ожидаемые средние значения / Expected average	Верхняя граница, $\alpha = 0,95$ / Upper bound
2016	I квартал / I quarter	160,1	180,0	199,1
	II квартал / II quarter	165,6	185,0	204,6
	III квартал / III quarter	171,2	190,0	210,2
	IV квартал / IV quarter	177,0	196,4	216,9

* Источник: расчетные значения, полученные автором по описанной выше модели.

* Source: calculated values obtained by the author on the basis of the above model.

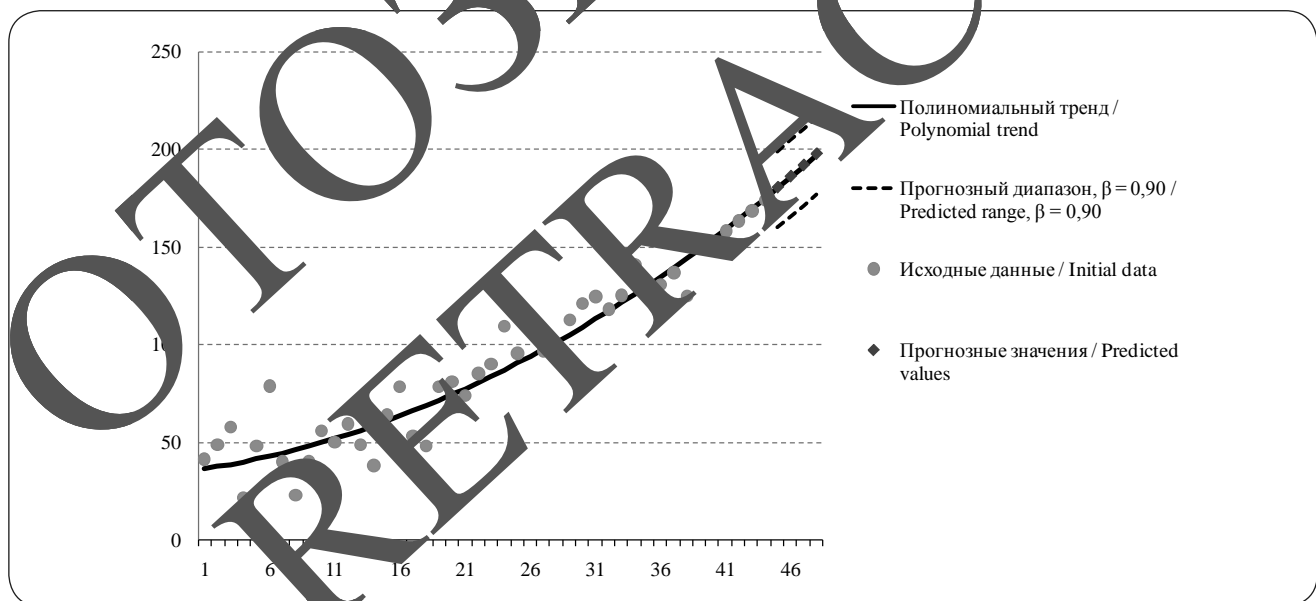


Рис. 2. Поквартальная динамика РКП (2005–2016 гг.), млрд руб.*

* Источники: URL: <http://ecoruspace.me> (обращения: 20.03.2016); расчетные значения, полученные автором по описанной выше модели.

Fig. 2. Quarterly dynamics of rocket and space industry (2005–2016), bln rubles*

* Sources: available at: <http://ecoruspace.me> (access date: 20.03.2016); calculated values obtained by the author on the basis of the above model.

Идентифицированная динамика РКП подтверждает тенденцию к увеличению объемов ракетно-космической промышленности⁴ и не содержит гармонических составляющих, как и включающая ее промышленность в целом.

Выводы

Таким образом, использование асинхронного гармонического анализа выявило принципиально различный характер динамики общего промышленного производства и роста объема ракетно-космического производства, при этом последняя имеет собственную траекторию развития и не имеет общих тенденций развития с более общим показателем.

Проведенный инструментальный анализ лишь частично совпадает с прогнозами Министерства экономического развития, Всемирного банка и государственной программой «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы».

Список литературы

1. Дуплякин В. М., Княжова Ю. В., Ситникова А. Ю. Рациональный асинхронный анализ временных рядов // Математические модели современных экономических процессов анализа и синтеза экономических механизмов: сб. ст. II Междуна. (IV Всерос.) научно-практ. конф. Вып. 4 / под ред. А. Г. Зибарева, Д. А. Новикова. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2009. С. 34–39.
2. Смирнов А. Еще раз о мифе кондратьевских волн // Экономист. 2012. № 4. С. 36–60.
3. Клепач Л., Куранов Г. О циклических волнах в развитии экономики США и России (вопросы методологии и анализа) // Вопросы экономики. 2013. № 11. С. 4–32.
4. Diebold F. X., Engle R. F., Tayoero C., Gallo G. M., Schorfheide F. The economics of macroeconomics, finance, and the interface // Journal of Economic Surveys. Vol. 131. Is. 1–2, March – April 2016. Pp. 1–2.
5. Порубова П. В. Моделирование цикличности в экономике РФ на основе асинхронного гармонического анализа // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 12. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/12/43085> (дата обращения: 03.03.2016).
6. Ickes B. W. Cyclical fluctuations in centrally planned economies: A critique of the literature // Soviet Studies. 1986. No. 38. Pp. 36–52.

7. Harrison M., Markevich A. Great War, Civil War, and Recovery: Russia's National Income, 1913 to 1928 // Journal of Economic History. 2011. Vol. 71. No. 3. Pp. 672–703.

8. Minford P., Agénor P.-R., Nowell E. A new classical econometric model of the world economy // Economic Modelling. Vol. 3. Is. 3. July 1986. Pp. 154–174.

9. Дуплякин В. М., Выборнова Л. А. Прогнозирование объемов регионального потребления бензина предприятиями общественного автотранспорта // European Social Science Journal. 2014. № 10–1 (4). С. 52–58.

10. Дуплякин В. М., Федотова К. С., Ярмухаметова Р. Р. Разработка имитационно-прогностической модели управления ликвидностью банка // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 103. С. 567–586.

11. Эконометрика: учебник / И. И. Елисеева, В. В. Курьянов, Т. В. Костеева и др.; под ред. И. И. Елисеевой. М.: Финансы и статистика, 2007. 576 с.

12. Дуплякин В. М. Алгоритмизация использования критерия Дарбина – Уотсона // Проблемы экономики современных промышленных комплексов. Финансирование и кредитование в экономике России: методологические и практические аспекты: сб. ст. X Всерос. науч.-практ. конф. Вып. 10. / под ред. А. Г. Зибарева, Д. А. Новикова. Самара: Изд-во СГАУ, 2015. С. 19–23.

13. Курилов К. С., Курилова А. А. Использование системы Геджет-костинг для повышения эффективности деятельности предприятий российской автомобильной промышленности // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2014. № 3. С. 50–54.

14. Ajupov A. A., Kurilova A. A., Ivanov D. U. Formation of Financial Planning for the Automotive Industry // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Vol. 6. No. 1S3 (2015). Pp. 40–44.

15. Ajupov A. A., Kurilova A. A., Ivanov D. U. Application of Financial Engineering Instruments in the Russian Automotive Industry // Asian Social Science. 2015. Vol. 11. No. 11. Pp. 162–167.

16. Крылов А. Сравнительный анализ космической деятельности России, Китая и Индии. URL: http://arhidoka.ru/files/2011/12/akd_rki.pdf (дата обращения: 14.04.2015).

17. Состояние и механизмы развития ракетно-космической промышленности России / Бауэр В. П., Ковков Дж. В., Московский А. М., Сенчагов В. К. М.: Институт экономики РАН, 2012. 54 с.

Дата поступления 28.03.16

Дата принятия в печать 28.04.16

⁴ Основы политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2020 года и дальнейшую перспективу: утв. Президентом РФ 24.04.2008.

© Иванов Д. Ю., 2016. Впервые опубликовано в журнале «Актуальные проблемы экономики и права» (<http://apel.ieml.ru>), 15.06.2016; лицензия Татарского образовательного центра «Таглитат». Статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>), позволяющей неограниченно использовать, распространять и воспроизводить материал на любом носителе при условии, что оригинальная работа, впервые опубликованная в журнале «Актуальные проблемы экономики и права», процитирована с соблюдением правил цитирования. При цитировании должна быть включена полная библиографическая информация, ссылка на первоначальную публикацию на <http://apel.ieml.ru>, а также информация об авторском праве и лицензии.

Информация об авторе

Иванов Дмитрий Юрьевич, доктор экономических наук, заведующий кафедрой организации производства, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева
Адрес: 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, тел.: (846) 335-19-19
E-mail: ssau_ivanov@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0619-9340>
Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/F-4809-2016>

D. YU. IVANOV¹

¹Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev, Samara, Russia

MODEL OF ANALYZING AND FORECASTING THE DYNAMICS OF INDUSTRIAL PRODUCTION AND SPACE SECTOR OF THE RUSSIAN FEDERATION

Objective: to carry out a comparative analysis of the dynamics of industrial production and the rocket and space industry of Russia.

Methods: an asynchronous method of harmonic analysis, comparative method.

Results: the forecasts of the development of rocket and space industry for 2015 and 2016 are obtained, which are compared with the data of the Ministry of Economic Development and the World Bank of Development. The comparison of the results showed that the analysis and forecast data of the Ministry of Economic Development and the World Bank of Development coincide only partially. The tendency to increase the volumes in rocket and space industry is shown.

Scientific novelty: the mathematical models are presented for the dynamics of industrial production and the rocket and space industry of the Russian Federation, built on the basis of the asynchronous harmonic analysis. The retrospective of the rocket-space complex development is considered.

Practical significance: using the proposed mathematical models of the dynamics of industrial production and the rocket and space industry of the Russian Federation, based on the economy cycles, the more accurate forecasts of economic development can be made.

Keywords: Economics and national economy management; Asynchronous harmonic analysis; Economic cycles; Phase; Frequency; Amplitude; Dynamics of industrial production; Dynamics of the space industry

References

1. Duplyakin, V. M., Knyazheva, Yu. V., Sitnikova, A. Yu. Ratsional'nyi asinkhronnyi analiz vremennykh ryadov (Rational asynchronous time-series analysis), *Matematicheskie modeli sovremennykh ekonomicheskikh protsessov analiza i sinteza ekonomicheskikh mekhanizmov: sb. st. II Mezhdun. (IV Vseros.) nauchno-praktich. konf. (Mathematical models of the modern economic processes of analysis and synthesis of economic mechanisms: collection of works of the 2nd International (4th All-Russia) scientific-practical conference)*, is. 4, Samara: Samarskii gosudarstvennyi aerokosmicheskii universitet, 2009, pp. 34–39. (in Russ.).
2. Smirnov, A. Eshche raz o mife kondrat'evskikh voln (Once again on the myth of Kondratiev waves), *Ekonomist*, 2012, No. 4, pp. 36–60 (in Russ.).
3. Klepach, A., Kuranov, G. O tsiklicheskh volnakh v razvitii ekonomiki SShA i Rossii (voprosy metodologii i analiza) (On cyclic waves in the economic development of the USA and Russia (issues of methodology and analysis)), *Voprosy ekonomiki*, 2013, No. 11, pp. 4–32 (in Russ.).
4. Diebold, F. X., Engle, R. F., Favero, C., Gallo, G. M., Schorfheide, F. The econometrics of macroeconomics, finance, and the interface, *Journal of Econometrics*, vol. 131, is. 1–2, March – April 2006, pp. 1–2.
5. Porubova, P. V. Modelirovaniye tsiklichnosti v ekonomike RF na osnove asinkhronnogo garmonicheskogo analiza (Modeling the cyclicity in the Russian economy based on asynchronous harmonic analysis), *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii*, 2014, No. 12, available at: <http://web.snauka.ru/issues/2014/12/43085> (access date: 03.03.2016) (in Russ.).
6. Ickes, B. W. Cyclical fluctuations in centrally planned economies: A critique of the literature, *Soviet Studies*, 1986, No. 38, pp. 36–52.
7. Harrison, M., Markevich, A. Great War, Civil War, and Recovery: Russia's National Income, 1913 to 1928, *Journal of Economic History*, 2011, vol. 71, No. 3, pp. 672–703.
8. Minford, P., Agénor, P.-R., Nowell, E. A new classical econometric model of the world economy, *Economic Modelling*, vol. 3, is. 3, July 1986, pp. 154–174.

9. Duplyakin, V. M., Vybornova, L. A. Prognozirovanie ob'emov regional'nogo potrebleniya benzina predpriyatiyami obshchestvennogo avtotransporta (Forecasting the volumes of regional consumption of petrol by the public transport enterprises), *European Social Science Journal*, 2014, No. 10–1 (49), pp. 52–58 (in Russ.).

10. Duplyakin, V. M., Fedotova, K. S., Yarmukhametova, R. R. Razrabotka imitatsionno-prognosticheskoi modeli upravleniya likvidnost'yu banka (Elaboration of the imitation-prognostic model of the bank liquidity management model), *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gos. agrarnogo un-ta*, 2014, No. 103, pp. 567–586 (in Russ.).

11. Eliseeva, I. I., Kurysheva, S. V., Kosteeva, T. V. *Ekonometrika* (Econometrics) M.: Finansy i statistika, 2007. 576 p. (in Russ.).

12. Duplyakin, V. M. Algoritmizatsiya ispol'zovaniya kriteriya Darbina – Uotsona (Algorithmization of applying the Durbin-Watson criterion), *Problemy ekonomiki sovremennykh promyshlennykh kompleksov. Finansirovanie i kreditovanie v ekonomike Rossii: metodologicheskie i prakticheskie aspekty*: sb. st. X Vseros. nauch.-prakt. konf. (Economic issues of modern industrial complexes. Financing and crediting in the Russian economy: methodological and practical aspects: collection of works of the 10th All-Russian scientific-practical conference), is. 10. Samara: Izd-vo SGAU, 2015, pp. 19–23 (in Russ.).

13. Kurilov, K. Yu., Kurilova, A. A. Ispol'zovanie sistemy target-kosting dlya povysheniya effektivnosti deyatelnosti predpriyati rossiiskoi avtomobil'noi promyshlennosti (Applying the system of target-costing for increasing the efficiency of functioning of the enterprises of the Russian automotive industry), *Azimat nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie*, 2014, No. 3, pp. 50–54 (in Russ.).

14. Ajupov, A. A., Kurilova, A. A., Ivanov, D. U. Formation of Financial Planning for the Automotive Industry, *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 2015, vol. 6, No. 1S3 (2015), pp. 40–44.

15. Ajupov, A. A., Kurilova, A. A., Ivanov, D. U. Application of Financial Engineering Instruments in the Russian Automotive Industry, *Asian Social Science*, 2015, vol. 11, No. 11, pp. 162–167.

16. Krylov, A. *Sravnitel'nyi analiz kosmicheskoi deyatelnosti Rossii, Kitaya i Indii*, available at: http://arhidoka.ru/files/2011/12/akd_rki.pdf (access date: 14.04.2015) (in Russ.).

17. Bauer, V. P., Kovkov, Dzh. V., Moskovskii, A. M., Sepchagov, V. K. *Sostoyanie i mekhanizmy razvitiya raketno-kosmicheskoi promyshlennosti Rossii* (Condition and development mechanisms of the rocket and space industry in Russia), Moscow: Institut ekonomiki RAN, 2012, 54 p. (in Russ.).

Received 28.03.16

Accepted 28.04.16

© Ivanov D. Yu., 2016. Originally published in Actual problems of economics and law (<http://apel.ieml.ru>), 15.06.2016; Licensee Tatar Educational Centre “Taglimat”. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work, first published in Actual problems of Economics and Law, is properly cited. The complete bibliographic information, a link to the original publication on <http://apel.ieml.ru>, as well as this copyright and license information must be included.

Information about the author

Dmitriy Yu. Ivanov, Doctor of Economics, Head of the Chair of Production Organization, Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev

Address: 34 Moskovskoye shosse, 443086, Samara, tel.: (846) 335-19-19

E-mail: ssau_ivanov@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0619-9340>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/P-4809-2016>

For citation: Ivanov D. Yu. Model of analyzing and forecasting the dynamics of industrial production and space sector of the Russian Federation, *Actual Problems of Economics and Law*, 2016, vol. 10, No. 2, pp. 93–101.