

# МОДЕЛЬ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ, РЕСПУБЛИКЕ ХАКАСИЯ И РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

**Бурлакова Наталья Владимировна**

помощник первого заместителя главы Республики Хакасии – председателя правительства Республики Хакасия,  
г. Абакан, Российская Федерация.  
E-mail: 2014.box@mail.ru

**Субач Татьяна Ивановна**

кандидат экономических наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,  
кафедра «Бухгалтерского учета и статистики»,  
г. Красноярск, Российская Федерация.  
E-mail: subatchtanya@yandex.ru

**Цугленок Николай Васильевич**

доктор технических наук, член-корр. РАН, профессор,  
Восточно-Сибирский научно-образовательный и производственный центр,  
г. Красноярск, Российская Федерация.  
E-mail: ntsuglenok@mail.ru

**Аннотация:** В данной статье дается оценка текущего состояния объемов валового продукта на душу населения в Красноярском крае, республике Хакасия и республике Тыва. В частности, исследуются экономический потенциал с учетом антропогенных энергетических, энерготехнологических и трудовых затрат на реинновацию и воспроизводство, а также энергоэкономическая продуктивность производства регионального валового продукта на душу населения. В разработанной прогнозной модели предлагается использовать волновые свойства экономических процессов, отнесенных к периодическим и квазипериодическим циклам, воспроизводимым с той или иной степенью точности. Предложенная модель динамики валового регионального продукта на душу населения раскрывает энергоэкономический механизм колебаний и внутренней перестройки процесса его производства и потребления в энерготехнологической и экономической системе. Дается прогноз объемов валового продукта на душу населения по регионам Сибирского федерального округа. Прогноз был непосредственно связан с комплексным представлением об уровне жизни населения региона, объеме используемых ресурсов, применяемых технологиях, а также с организационными возможностями по преодолению ресурсных и технологических ограничений. Возникающий прогнозируемый системный эффект по сравнению с предыдущими годами характеризуется темпом прироста (положительным или отрицательным) валового регионального дохода на душу населения.

**Ключевые слова:** валовой региональный продукт, прогноз, производство, экономический рост и прирост, энергоэкономический механизм, энерготехнологические и экономические волновые процессы, продукция.

JEL: C53

MODEL OF STATISTICAL ESTIMATION OF DYNAMICS OF GROSS REGIONAL PRODUCT IN THE KRASNOYARSK TERRITORY, REPUBLIC OF KHAKIA AND THE REPUBLIC OF TYVA

Burlakova Natalya Vladimirovna

Assistant to the First Deputy Head of the Republic of Khakassia - Chairman of the Government of the Republic of Khakassia  
Abakan, Russia

Subach Tatyana Ivanovna

Candidate of Economic Sciences  
Associate Professor of the Department of Accounting and Statistics

Krasnoyarsk State Agrarian University  
Krasnoyarsk, Russia

Tsuglenok Nikolay Vasilyevich  
Doctor of Technical Sciences, Member-Corr. RAS, Professor  
East-Siberian Scientific-Educational and Production Center  
Krasnoyarsk, Russia

**Abstract:** This article assesses the current state of gross domestic product per capita in the Krasnoyarsk Territory, the Republic of Khakassia and the Republic of Tyva. In particular, the economic potential is analyzed taking into account anthropogenic energy, energy and labor costs for reinvestment and reproduction, as well as energy-efficiency production of regional gross product per capita. In the developed forecast model, it is proposed to use the wave properties of economic processes related to periodic and quasi-periodic cycles, reproduced with varying degrees of accuracy. The proposed model of the dynamics of gross regional product per capita reveals the energy-economic mechanism of fluctuations and internal restructuring of its production and consumption in the energy and economic system. The forecast of gross domestic product per capita is given for the regions of the Siberian Federal District. The forecast was directly related to an integrated view of the living standards of the population of the region, the amount of resources used, the technologies used, and the organizational capacity to overcome resource and technological constraints. The resulting predicted systemic effect in comparison with previous years is characterized by the growth rate (positive or negative) of gross regional income per capita.

**Keywords:** gross regional product, forecast, production, economic growth and growth, energy-economic mechanism, energy-technological and economic wave processes, products.

Не вызывает сомнения ни «в первом приближении», ни с позиции глубоких теоретических исследований необходимость модернизации страны, ее экономики [2].

Так, важнейшей задачей государственного регулирования экономики Сибирского федерального округа и региональных экономических кластеров – Красноярского края, Республики Хакасия, Республики Тыва – является расширение организационных возможностей по созданию условий для положительных темпов роста валового регионального продукта на душу населения.

Исследование состояния конкретной региональной экономики посредством указанного статистического показателя позволяет дать качественную характеристику и аналитический прогноз экономического роста по территориям Сибири.

Динамическая подсистема энергоэкономического волнового прогнозирования объемов валового регионального продукта позволяет минимизировать энерготехнологические затраты на производство и значительно увеличить экономическую эффективность по показателям производства регионального продукта на единицу площади, на человека и на вложенный инвестиционный рубль, то есть найти аналитические зависимости и формализовать данные процессы и связать их с моделями прогнозирования [3,4,5].

Вклад русского ученого Н.Д. Кондратьева в мировую науку отмечается в работе Бондаренко В.М. Автор отмечает, что им была создана модель долговременных колебаний экономического развития, а долговременные колебания были названы «Длинными волнами Кондратьева или К-волнами». Сегодня, когда в стране разразился глобальный финансовый и экономический кризис огромный интерес проявляется к К-волнам [1].

В настоящее время под закономерностью динамического процесса в диссипативной системе понимается аналитическая зависимость между количественными характеристиками системы, которая позволяет делать аналитический прогноз на ближайшее или отдаленное будущее.

Предлагаем также учитывать энергоэкономические затраты, то есть антропогенные энергетические, энерготехнологические, трудовые и организационные затраты на реинновацию и воспроизводство валового регионального продукта на душу населения [6,7].

В общем виде, экономиковолновые характеристики теоретически могут быть измерены в

обобщённых единицах  $\omega_{\alpha, \beta}$

$$\omega_{\alpha, \beta} = \frac{\alpha \cdot \text{руб.} + \beta \cdot \text{МДж}}{\text{чел.}} = \alpha \cdot \frac{\text{руб.}}{\text{чел.}} + \beta \cdot \frac{\text{МДж}}{\text{чел.}}$$

В частности, оценка в экономическом (руб./чел.) или энергетическом (МДж/чел.) эквивалентах получается, соответственно, при значениях весовых коэффициентов  $\alpha = 1, \beta = 0$  и  $\alpha = 0, \beta = 1$  Однако, практические измерения и расчёты требуется вести в чисто экономическом эквиваленте ( $\omega_{1,0}$ =руб./чел.).

Энергоэкономический потенциал на душу населения по исследуемым территориям Сибирского федерального округа  $\alpha_{\text{SFO}}$  варьируется в пределах  $0.473 \cdot 10^9 \dots 1.280 \cdot 10^9$  руб./чел. со стандартным отклонением  $\sigma_{\alpha, \text{SFO}} = 0.422$  и оценивается средней величиной  $\alpha_{\text{SFO}} = 0.806 \cdot 10^9$  руб./чел. Максимальный потенциал  $\alpha_{\text{kk}} = 1.280 \cdot 10^9$  по Сибирскому федеральному округу соответствует территории Красноярского края, насыщенной крупными и средними промышленными и сельскохозяйственными предприятиями. Минимальный потенциал  $\alpha_{\text{RT}} = 0.473 \cdot 10^9$  соответствует территории Республики Тыва, на которой в силу природно-географических условий имеются лишь предприятия сферы услуг (табл. 1).

Таблица 1 – Экономико-волновые характеристики динамики валового регионального продукта на душу населения, руб./чел.

Регион	Детерминация, %	Показатели, параметры, коэффициенты, руб./чел			
		Объём валового продукта	Энерго-экономический потенциал региона	Антропогенные энергетические, энерготехнологические и трудовые затраты	Энерго-экономическая продуктивность производства регионального валового продукта
		$u$	$a \cdot 10^9$	$\bar{b}$	$c$
Сибирский федеральный округ	99.42	$u_{\text{SFO}}$	0.8065388190	92.51076236	0.2507691119
Красноярский край	98.21	$u_{\text{kk}}$	1.2805112860	146.8309646	0.3979666739
Республика Хакасия	99.84	$u_{\text{RX}}$	1.1946380410	136.1777926	0.368210724
Республика Тыва	99.57	$u_{\text{RT}}$	0.4734406675	54.13104575	0.146543799
Стандартное отклонение	01.11	$\sigma$	0.4225356830	47.97345951	0.129506982

На исследуемых территориях Сибирского федерального округа антропогенные энергетические, энерготехнологические и трудовые затраты на реинновацию и воспроизводство на душу населения варьируется в пределах  $54.131 \dots 146.830$  руб./чел. со стандартным отклонением  $49.973$  и оценивается средней величиной  $92.510$  руб./чел.

Максимальный уровень затрат соответствует территории Красноярского края. Минимальный

уровень антропогенных энергетических, энерготехнологических и трудовых затрат соответствует территории Республики Тыва.

На исследуемых территориях Сибирского федерального округа энергоэкономическая продуктивность производства регионального валового продукта на душу населения варьируется в пределах 0.146...0.397 руб./чел. со стандартным отклонением 0.129 и оценивается средней величиной 0.250 руб./чел. Максимальный уровень энергоэкономической продуктивности производства валового продукта 0.397 руб./чел соответствует территории Красноярского края. Минимальный уровень 0.146 руб./чел соответствует территории Республики Тыва.

**Выделение регулярного волнового фактора.** Зададим случайный возмущающий фактор  $\varepsilon$ , действующий в циклах продолжительностью 3, 4, 5, 6, 7 и 8 лет посредством случайной функции  $\varepsilon(t)$  с регулярной (неслучайной) частью  $v(t)$ , представляемой в виде отрезка ряда Фурье-Бесселя

$$\varepsilon = \varepsilon(t) = v(t) + \wp(t)$$

$$v(t) = s_0 + \sum_{T_k} s_k \cdot J_0\left(\frac{2\pi \cdot t}{T_k}\right) \quad T_k = 3, \dots, 8$$

где  $J_0(t)$  – функция Бесселя нулевого порядка;

$\wp = \wp(t)$  – случайная функция, определяемая как остаточный член ряда Фурье-Бесселя, причём

$$|\wp(t)| < |v(t)| < |\varepsilon(t)|$$

Для различных территорий Сибирского федерального округа формируемый в течение 1998...2014 годов энергоэкономический потенциал региональной экономической волны  $s_0$  принимает как положительные, так и отрицательные значения. Для наиболее значимой территории Красноярского края он принимает отрицательное значение -0.686 руб./чел. Для территории Республики Хакасия и Республики Тыва, он соответственно принимает значения 0.046 и 0.114 руб./чел. (табл. 2).

Таблица 2 – Экономико-волновые характеристики динамики валового регионального продукта на душу населения, руб./чел.

Регион	Волновая функция	Потенциал	Амплитуды колебаний волновой функции по 3-, 4-, 5-, 6-, 7- и 8-летним периодам с учётом знака					
			$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$	$s_8$
Сибирский федеральный округ	$v_{SFO}$	-0.744	212.65	-111.16	12.00	193.53	-287.13	215.38
Красноярский край	$v_{KK}$	-0.686	672.96	-739.10	768.86	449.15	-498.38	572.78
Республика Хакасия	$v_{RK}$	0.046	-135.33	-92.53	147.50	-92.04	-95.78	10.15
Республика Тыва	$v_{RT}$	0.114	80.29	-6.55	-131.74	30.05	-60.26	171.55
Стандартное отклонение	$\bar{\sigma}$	0.398	295.97	292.36	343.42	202.64	174.64	205.45

Вклад трёхлетних колебаний экономической волны в величину валового регионального продукта по исследуемым территориям Сибирского федерального округа определяется амплитудой колебаний волновой функции по 3-летнему периоду с учётом знака. По абсолютной величине этот параметр варьируется в пределах 80.29...672.96 руб./чел. и оценивается средней величиной 212.65 руб./чел.

Максимальный по абсолютной величине вклад по Сибирскому федеральному округу соответствует территории Красноярского края. Минимальный по абсолютной величине вклад трёхлетних колебаний соответствует территории Республики Тыва (см. табл. 2).

Для Сибирского федерального округа наибольший по абсолютной величине вклад волновой функции в исследуемом временном интервале 1998...2014 годы, соответствует 7-летним колебаниям. Следующими по значимости являются 8-летние колебания. Для Красноярского края самыми значимыми в динамике производства валового продукта являются 5-летние колебания, затем идут 4-летние колебания. Для Республики Хакасия по значимости выделяются 5-летние, 3-летние колебания. Для Республики Тыва самыми значимыми в динамике производства валового продукта являются 8-летние колебания, затем идут 5-летние колебания (см. табл. 2) [3,4,5].

Вследствие выделения волнового фактора, объём валового регионального продукта на душу населения может быть представлен в виде:

$$u = a + s_0 + b \cdot t^2 \cdot \ln t + c \cdot t^3 + \sum_{T_k} s_k \cdot J_0 \left( \frac{2\pi \cdot t}{T_k} \right) + \varphi$$

где  $a$  – энергоэкономический потенциал региона, руб./чел.;

$s_0$  – энергоэкономический потенциал региональной экономической волны, руб./чел.;

$a + s_0$  – исправленный энергоэкономический потенциал региона, руб./чел

С заданием общего вида функции регрессии  $F(t)$  для повторного сглаживания наблюдаемых данных объёма валового регионального продукта на душу населения

$$u - \varphi = F(t)$$

$$F(t) = a + s_0 + b \cdot t^2 \cdot \ln t + c \cdot t^3 + \sum_{T_k} s_k \cdot J_0 \left( \frac{2\pi \cdot t}{T_k} \right) \quad T_k = 3, \dots, 8$$

определим конкретные функции регрессии по данным регионов Сибирского федерального округа по объёмам валового регионального продукта на душу населения.

Сибирский федеральный округ

$$F_{SFO}(t) = 0.8065388183 \cdot 10^9 - 92.51076236 \cdot t^2 \ln(t) + 0.2507691119 \cdot t^3 + 212.658069418181952 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{2\pi t}{3} \right) - 111.167810225296194 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{\pi t}{2} \right) + 12.0059738734776928 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{2\pi t}{5} \right) + 193.539005651872117 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{\pi t}{3} \right) - 287.135085773214258 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{2\pi t}{7} \right) + 215.385137003551506 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{\pi t}{4} \right)$$

Красноярский край

$$F_{KK}(t) = 0.1280511285 \cdot 10^{10} - 146.8309646 \cdot t^2 \ln(t) + 0.3979666739 \cdot t^3 + 672.966672081126603 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{2\pi t}{3} \right) - 739.103565742922454 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{\pi t}{2} \right) + 768.867411818611686 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{2\pi t}{5} \right) + 449.150733947166542 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{\pi t}{3} \right) - 498.380949039543566 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{2\pi t}{7} \right) + 572.783023115447804 \cdot \text{BesselJ} \left( 0, \frac{\pi t}{4} \right)$$

Республика Хакасия

$$\begin{aligned}
 F_{RI}(t) = & 0.1194638041 \cdot 10^{10} - 136.1777926 t^2 \ln(t) + 0.368210724 t^3 \\
 & - 135.339873153818842 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{2 \pi t}{3}\right) - 92.5375949922862732 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{\pi t}{2}\right) \\
 & + 147.500871504685876 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{2 \pi t}{5}\right) - 92.0440903014016527 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{\pi t}{3}\right) \\
 & - 95.7872009269408836 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{2 \pi t}{7}\right) + 10.1588399716156523 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{\pi t}{4}\right)
 \end{aligned}$$

Республика Тыва

$$\begin{aligned}
 F_{RT}(t) = & 0.4734406676 \cdot 10^9 - 54.13104575 t^2 \ln(t) + 0.146543799 t^3 \\
 & + 80.2918512263512980 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{2 \pi t}{3}\right) - 6.55438704361977908 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{\pi t}{2}\right) \\
 & - 131.749399061973605 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{2 \pi t}{5}\right) + 30.0533210779003106 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{\pi t}{3}\right) \\
 & - 60.2655217236192371 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{2 \pi t}{7}\right) + 171.552683834068119 \operatorname{BesselJ}\left(0, \frac{\pi t}{4}\right)
 \end{aligned}$$

Визуальный анализ волновых процессов, характерных для территорий Сибирского федерального округа (рис. 1) показывает, что функции являются циклическими, но не являются периодическими, поскольку с течением времени изменяется амплитуда колебаний и происходит смещение гребней по фазе. Такие волновые процессы оказались квазипериодическими.

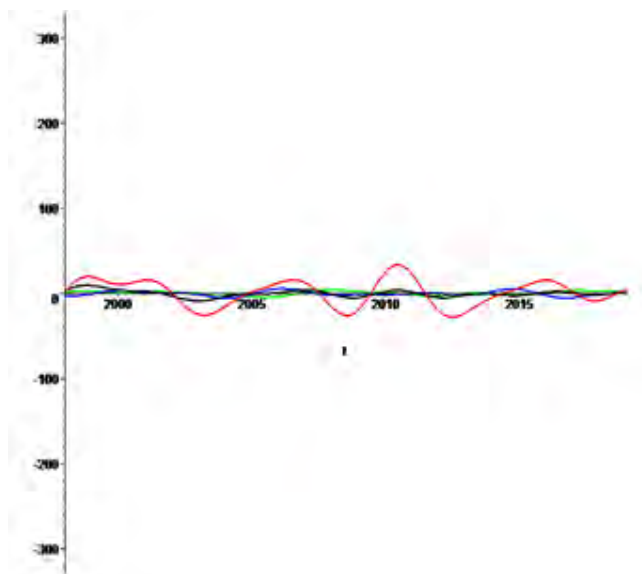


Рисунок 1. Волновые процессы в Сибирском федеральном округе: Красноярский край, Сибирский федеральный округ (в среднем), Республика Хакасия, Республика Тыва

Сравнив величины отклонений (и относительных отклонений) теоретической кривой от наблюдаемых данных валового продукта на душу населения при первом и втором сглаживании, содержащиеся в таблицах 1 и 2, заключаем, что после выделения экономической волны отклонение (относительное отклонение) значительно уменьшилось (рис. 2, 3). Поэтому выделение экономической волны даёт возможность уменьшить абсолютную погрешность (относительную погрешность) приближения.

Заметим, что при первом сглаживании в таблице 3 наблюдается 15 аномальных точек, в которых относительная погрешность превосходит допустимое значение, а при повторном сглаживании с

выделением экономической волны в таблице 2 осталось лишь 8 аномальных точек. По средним данным Сибирского федерального округа количество аномальных точек уменьшилось с 4 до 1, что привело к расширению области адекватности модели 2004...2014 гг. до интервала 2000...2014 г. (см. табл. 3, 4). Аналогично, выделение экономической волны в модели динамики валового продукта населения на душу населения Красноярского края позволило расширить область адекватности с интервала 2010...2014 на интервал 2006...2014, где относительная погрешность приближения находится в допустимых пределах – не превосходит 6,23% [4,5]. По Республике Хакасия и Республике Тыва область адекватности модели расширилась, соответственно, до интервалов 1999...2014 и 2000...2014 гг.

Таблица 3 – Сглаживание наблюдаемых данных объёмов валового регионального продукта на душу населения при выделении тренда, руб./чел.

Год	Сибирский федеральный округ				Красноярский край			
	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %
t	$u_{SEO}$	$f_{SEO}$	$\varepsilon_{SEO}$	$\sigma_{SEO}$	$u_{KK}$	$f_{KK}$	$\varepsilon_{KK}$	$\sigma_{KK}$
1998	14.63	10.14	4.48	30.64	22.94	22.03	0.91	3.97
1999	22.76	19.71	3.05	13.42	41.02	36.62	4.40	10.73
2000	33.68	30.59	3.09	9.18	71.28	53.32	17.96	25.20
2001	41.67	42.80	-1.12	-2.70	80.04	72.12	7.92	9.90
2002	49.33	56.34	-7.01	-14.20	77.73	93.02	-15.29	-19.67
2003	60.66	71.20	-10.54	-17.37	92.55	116.0	-23.48	-25.37
2004	82.57	87.39	-4.83	-5.85	125.2	141.1	-15.86	-12.66
2005	99.63	104.9	-5.29	-5.31	152.3	168.3	-16.00	-10.50
2006	125.7	123.7	1.97	1.57	205.0	197.7	7.31	3.56
2007	154.7	143.9	10.73	6.94	258.3	229.2	29.20	11.30
2008	178.4	165.5	12.93	7.24	260.3	262.7	-2.46	-0.95
2009	175.8	188.3	-12.51	-7.12	264.4	298.4	-34.00	-12.86
2010	214.4	212.5	1.84	0.86	372.8	336.3	36.54	9.80
2011	249.4	238.1	11.32	4.54	413.1	376.2	36.91	8.93
2012	269.1	264.9	4.19	1.56	416.2	418.3	-2.07	-0.50
2013	287.2	293.2	-5.91	-2.06	441.0	462.5	-21.47	-4.87
2014	316.3	322.7	-6.39	-2.02	498.3	508.8	-10.52	-2.11

Год	Республика Хакасия				Республика Тыва			
	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %
t	$u_{RX}$	$f_{RX}$	$\varepsilon_{RX}$	$\sigma_{RX}$	$u_{RT}$	$f_{RT}$	$\varepsilon_{RT}$	$\sigma_{RT}$
1998	14.50	19.48	-4.98	-34.37	6.40	4.44	1.96	30.65
1999	23.58	22.45	1.13	4.81	8.91	7.77	1.14	12.82
2000	31.33	27.36	3.98	12.69	11.75	11.86	-0.12	-0.98
2001	36.31	34.20	2.10	5.79	17.01	16.74	0.28	1.63
2002	46.44	42.99	3.45	7.43	22.42	22.38	0.04	0.18

Год	Республика Хакасия				Республика Тыва			
	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %
t	$u_{RX}$	$f_{RX}$	$\varepsilon_{RX}$	$\sigma_{RX}$	$u_{RT}$	$f_{RT}$	$\varepsilon_{RT}$	$\sigma_{RT}$
2003	53.32	53.72	-0.40	-0.76	26.61	28.80	-2.19	-8.24
2004	61.34	66.40	-5.07	-8.26	32.31	36.00	-3.69	-11.41
2005	77.86	81.03	-3.17	-4.07	38.43	43.97	-5.54	-14.41
2006	100.8	97.61	3.22	3.19	50.05	52.72	-2.67	-5.33
2007	119.9	116.1	3.82	3.18	63.96	62.25	1.71	2.68
2008	136.0	136.6	-0.60	-0.44	78.38	72.55	5.83	7.44
2009	152.2	159.0	-6.86	-4.50	87.89	83.64	4.25	4.84
2010	180.3	183.4	-3.11	-1.72	100.0	95.51	4.49	4.49
2011	212.4	209.8	2.67	1.26	108.1	108.1	0.02	0.02
2012	245.2	238.1	7.15	2.92	120.5	121.5	-1.00	-0.83
2013	265.8	268.4	-2.57	-0.97	132.7	135.8	-3.06	-2.30
2014	299.9	300.6	-0.77	-0.26	149.3	150.8	-1.47	-0.98

Таблица 4 – Повторное сглаживание наблюдаемых данных объёмов валового регионального продукта на душу населения при выделении волны, руб./чел.

Год	Сибирский федеральный округ				Красноярский край			
	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %
t	$u_{SEO}$	$F_{SEO}$	$\varepsilon_{SEO}$	$\sigma_{SEO}$	$u_{KK}$	$F_{KK}$	$\varepsilon_{KK}$	$\sigma_{KK}$
1998	14.63	15.96	-1.33	-9.09	22.94	22.84	0.1	0.44
1999	22.76	16.48	6.28	27.59	41.02	25.65	15.37	37.47
2000	33.68	32.52	1.16	3.44	71.28	78.59	-7.31	-10.26
2001	41.67	37.84	3.83	9.19	80.04	72.28	7.76	9.70
2002	49.33	45.32	4.01	8.13	77.73	61.50	16.23	20.88
2003	60.66	58.71	1.95	3.21	92.55	93.75	-1.2	-1.30
2004	82.57	81.40	1.17	1.42	125.2	124.8	0.44	0.35
2005	99.63	94.69	4.94	4.96	152.3	134.5	17.8	11.68
2006	125.7	126.7	-1.04	-0.83	205.0	200.0	5.04	2.46
2007	154.7	161.0	-6.34	-4.10	258.3	274.4	-16.1	-6.23
2008	178.4	192.3	-13.89	-7.78	260.3	274.2	-13.93	-5.35
2009	175.8	168.1	7.67	4.36	264.4	249.2	15.21	5.75
2010	214.4	213.8	0.59	0.28	372.8	383.8	-10.96	-2.94
2011	249.4	259.1	-9.72	-3.90	413.1	427.7	-14.59	-3.53
2012	269.1	278.1	-9.01	-3.35	416.2	435.2	-18.94	-4.55
2013	287.2	283.2	4.09	1.42	441.0	442.0	-1.01	-0.23
2014	316.3	310.7	5.6	1.77	498.3	492.2	6.1	1.22

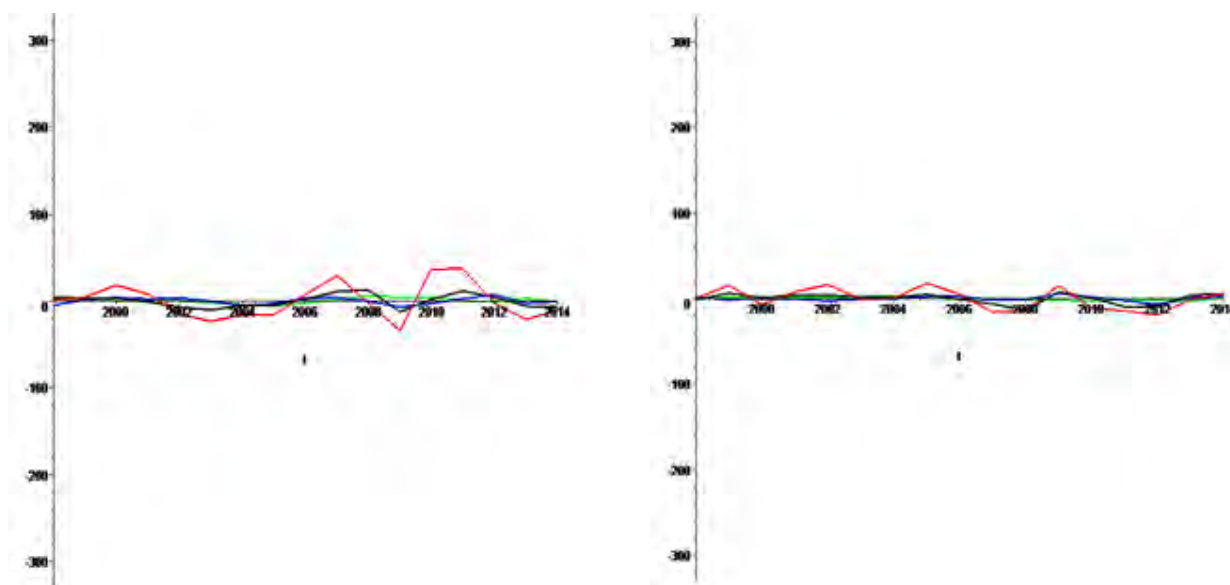


Год	Республика Хакасия				Республика Тыва			
	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %	Вал.прод.	Выч. вал. прод.	Откл.	Отн.откл., %
t	$u_{RX}$	$F_{RX}$	$\varepsilon_{RX}$	$\sigma_{RX}$	$u_{RT}$	$F_{RT}$	$\varepsilon_{RT}$	$\sigma_{RT}$
1998	14.50	12.73	1.77	12.21	6.40	7.10	-0.7	-10.93
1999	23.58	25.07	-1.49	-6.32	8.91	7.09	1.82	20.43
2000	31.33	31.66	-0.33	-1.05	11.75	10.49	1.26	10.72
2001	36.31	36.84	-0.53	-1.46	17.01	15.21	1.8	10.58
2002	46.44	49.29	-2.85	-6.14	22.42	20.57	1.85	8.25
2003	53.32	54.02	-0.7	-1.31	26.61	24.39	2.22	8.34
2004	61.34	61.63	-0.29	-0.47	32.31	29.60	2.71	8.39
2005	77.86	75.51	2.35	3.02	38.43	36.64	1.79	4.66
2006	100.8	98.24	2.59	2.57	50.05	51.25	-1.2	-2.40
2007	119.9	121.6	-1.73	-1.44	63.96	63.88	0.08	0.13
2008	136.0	137.1	-1.13	-0.83	78.38	79.77	-1.39	-1.77
2009	152.2	146.3	5.86	3.85	87.89	89.58	-1.69	-1.92
2010	180.3	178.5	1.78	0.99	100.0	103.4	-3.4	-3.40
2011	212.4	215.0	-2.54	-1.20	108.1	109.7	-1.54	-1.42
2012	245.2	252.0	-6.75	-2.75	120.5	122.0	-1.5	-1.24
2013	265.8	265.0	0.82	0.31	132.7	135.7	-2.99	-2.25
2014	299.9	296.7	3.17	1.06	149.3	148.4	0.87	0.58

Кроме того, из рисунка 2 непосредственно видно, что отклонение наблюдаемых объёмов валового продукта на душу населения от аналогичных вычисленных значений, рассматриваемое как самостоятельный показатель, после выделения экономической волны делается более устойчивым. Поэтому выделение экономической волны улучшает прогнозные качества модели.

Наблюдаемые с 2008 года средние данные валового регионального продукта на душу населения по территориям Сибирского федерального округа отклоняются от рассчитанных по модели значений этого показателя не более чем на 7,24%, а с 2012 по 2014 г. – не более чем на 2,06% (табл. 3). Наблюдаемые с 2008 года данные валового регионального продукта на душу населения по Красноярскому краю отклоняются от рассчитанных по модели значений этого показателя не более чем на 12,86%, а с 2012 по 2014 г. – не более чем на 4,87% (см. табл. 3). Наблюдаемые с 2008 года данные валового регионального продукта на душу населения по Республике Хакасия отклоняются от рассчитанных по модели значений этого показателя не более чем на 4,50%, а с 2012 по 2014 г. – не более чем на 2,92% (см. табл. 3). Наблюдаемые с 2008 года данные валового регионального продукта на душу населения по Республике Тыва отклоняются от рассчитанных по модели значений этого показателя не более чем на 7,44%, а с 2012 по 2014 г. – не более чем на 2,30% (см. табл. 3). Относительная погрешность приближения наблюдаемых данных объёмов валового продукта на душу населения при выделении тренда была не больше 4,87% (табл. 3), а при выделении экономической волны – не превосходила 4,55% (табл. 4).

Таким образом, при выходе с периода 2012...2014 на прогноз объёмов валового продукта на душу населения по регионам Сибирского федерального округа до 2019 года относительная погрешность модели не превосходит 5%.



Величины отклонений при выделении тренда:  
Красноярский край, Сибирский федеральный  
округ, Республика Хакасия, Республика Тыва

Величины отклонений при выделении волны  
при повторном сглаживании: Красноярский  
край, Сибирский федеральный округ,  
Республика Хакасия, Республика Тыва

Рисунок 2. Величины отклонений при выделении волны

На основе анализа данных за 1998...2014 годы по изменению объемов валового регионального продукта на душу населения в Сибирском федеральном округе установлено волновое движение экономики Красноярского края, Республики Хакасия, Республики Тыва, хорошо согласующееся с волновой гипотезой Н.Д. Кондратьева и положениями теории энерготехнологического прогнозирования Н.В. Цугленка о сопряжении энерготехнологических и экономических процессов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бондаренко В.М. Новый взгляд на проблему кризисов, прогнозов и экономического роста / В.М. Бондаренко // Теоретическая экономика. - 2016. - № 6. - С. 21-36. [Электрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://theoreticaleconomy.ru>
2. Гордеев В.А. Модернизация хозяйства Российской Федерации: экономико-теоретический аспект / В.А. Гордеев // Теоретическая экономика. - 2011. - № 1. - С. 54-60. [Электрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://theoreticaleconomy.ru>
3. Кондратьев Н.Д. Мировое хозяйство и его конъюнктура во время и после войны / Н.Д. Кондратьев. - Вологда: Областное отделение Государственного издательства, 1922. - 258 с.
4. Кондратьев Н.Д., Опарин Д.И. Большие циклы конъюнктуры: Доклады и их обсуждение в Институте экономики / Н.Д. Кондратьев, Д.И. Опарин. - М., 1928. - 287 с.
5. Коротчаев А.В., Гринин Л.Е. Кондратьевские волны в мир-системной перспективе / А.В. Коротчаев, Л.Е. Гринин / Кондратьевские волны. Аспекты и перспективы. - Волгоград: Учитель, 2012. - С. 58-109.
6. Цугленок Н.В. Концепция устойчивого развития АПК Красноярского края / Н.В. Цугленок // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. - 1996. - № 1. - С. 1-4.
7. Цугленок Н.В. Энерготехнологическое прогнозирование / Н.В. Цугленок. - Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та, 2004. - 276 с.
8. Информ. ресурс Роскомстата. [Электрон. данные]. - Режим доступа: [www.gks.ru](http://www.gks.ru)