

Annotation. The article addresses issues on individual business transactions performed using new assets - digital signs (tokens), which in turn are subject to accounting, as well as other assets of companies, and subsequently - auditing (checking), as one of the types of control over activities business entities.

Keywords: digital sign (token), accounting, auditing, digital economy, bitcoin.

УДК 311.174: 531.3

КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ: ЗАКОНОМЕРНОСТИ УПОРЯДОЧЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОДОВЫХ И КВАРТАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Новиков М.М., д-р экон. наук, профессор, профессор УО «БГЭУ»

Аннотация. Предложена методология упорядоченного взаимодействия показателей годовой и квартальной периодичности, позволяющая дать оценку энергетике вклада внутригодовой активности экономической деятельности в годовую динамику валового внутреннего продукта. Внутригодовая энергетика экономической динамики вскрывается и проявляется в форме временной закономерности непрерывного взаимодействия динамических эффектов стартовых позиций тренд-циклической, сезонной и иррегулярной составляющих динамики квартальных показателей с годовыми показателями экономической динамики.

Методика апробирована на фактических данных годовых и квартальных показателей валового внутреннего продукта Республики Беларусь за 2009-2017 гг.

Ключевые слова: валовой внутренний продукт, тренд-циклическая, сезонная и иррегулярная составляющие, приведенная шкала фактора времени.

Введение. Экономическая динамика страны наполнена потоками движения доходов и расходов, которые движутся в различных направлениях, с различными параметрами скорости, ускорения, различной периодичностью и присущими им изменениями во времени. Траектории этих потоков пересекаются во множестве точек экономического пространства и времени. Внешне все многообразие таких движений представляется хаотичным. Такая картинка создается вследствие того, что поведение явлений и процессов экономического пространства и времени определяется множеством причинно-следственных связей. По отношению к изучаемому явлению одни из них выступают в качестве главных, решающих, а другие играют вспомогательную роль. Первые действуют в соответствии с волей и желанием людей или под воздействием сил природы. Влияние других разнонаправленно. Они могут способствовать или препятствовать развитию явления. Взаимное переплетение множества причинно-следственных связей формирует картину массового процесса. В массе случаев значения случайных факторов с противоположными знаками погашаются. В результате проявляется действие основополагающих факторов, под влиянием которых формируется статистическая закономерность. Под воздействием главных, решающих факторов неравновесные процессы приводятся в состояние равновесия. С приливом в экономическую среду вновь приводящих энергообразующих потоков создается и поддерживается новая стадия ее неравновесности и т.д.

В формировании равновесных процессов социально-экономического развития проявляется самоорганизующая сила общества. В этом, образно говоря, состоит и проявляется кинетическая энергетика экономической динамики как прообраз синергетики, присущей процессам самоорганизации в открытых системах естествознания. «Благодаря этому происходит взаимодействие элементов и подсистем, приводящее к их согласованному, кооперативному поведению и в результате – к образованию новых устойчивых структур и самоорганизации» [1, с.583]. Содержательной трактовке и социальной адаптации обсуждаемой проблематики способствовало также знакомство с литературным источником [2].

Кинетическая энергетика экономической динамики рассматривается в контексте установления закономерностей упорядоченного взаимодействия динамики: 1) потоков годовых и квартальных показателей сезонной, тренд-циклической и иррегулярной составляющих валового внутреннего продукта; 2) динамического моделирования равновесного ВВП в категориях оценки параметров а) мультипликации и б) акселерации, а также разработки и решения характеристического уравнения, позволяющих проводить диагностику стабилизации колебательной

динамики валового внутреннего продукта. Настоящая статья вмещает только первую часть сформулированной проблематики.

Основная часть. По признакам периодичности разработка показателей валового внутреннего продукта ведется в форматах годовой и квартальной (месячной) периодичности. В интересах краткости моделирования месячная периодичность их разработки в настоящей статье опущена.

Временные ряды квартальных показателей содержат в себе фактор сезонности. В связи с этим при анализе временных рядов необходимо проводить различие и выявлять компоненты сезонных и циклических колебаний. В процессе сезонной декомпозиции временных рядов квартальной периодичности выявляется фактор сезонности. В результате корректировки временных рядов квартальной периодичности на фактор сезонности они приводятся к рядам показателей годовой динамики. Отличительная особенность таких рядов состоит в том, что они обладают большим числом единиц наблюдения, что создает условия для применения методов статистического исследования, позволяющих получить несмещенные и состоятельные оценки параметров статистических моделей на коротких отрезках временных рядов в оценке по годовым единицам фактора времени, чем и определяется актуальность настоящего исследования.

Подверженные исследованию квартальные показатели валового внутреннего продукта Республики Беларусь за девятилетний временной период (2009-2017 гг.) помещены в графу 1 таблицы 1. Они представлены 36 уровнями временной совокупности и использованы далее для факторной декомпозиции по компонентам экономической динамики. При незначительных различиях в характеристике типа временного ряда все же отдано предпочтение мультипликативной модели сезонной декомпозиции по причине заметной тенденции колебательного процесса [3, с. 245–247], которая обнаруживается при анализе рисунка 1.

Сезонная декомпозиция квартальных показателей валового внутреннего продукта Республики Беларусь за 2009–2017 гг., как она представлена по данным таблицы 1, выполнена в среде ППП STATISTICA 10. По исходным данным графы 1 разработаны центрированные скользящие средние с применением пятилетних скользящих интервалов. Далее по данным за каждый отдельный квартал выполнена оценка значений фактора сезонности. Компьютерной программой расчет значений фактора сезонности осуществлен по формуле средней арифметической из уровней показателя по каждому кварталу в отдельности за весь временной период. Результаты оценки фактора сезонности помещены в графу 4. По временным рядам мультипликативного типа значения фактора сезонности исчислены в двух форматах: в процентах и в среднегодовых ценах 2009 г., млрд. руб. и в аддитивной форме. В программе STATISTICA мультипликативная составляющая оценивается в автоматическом режиме. Аддитивная составляющая фактора сезонности по мультипликативному ряду представлена разностью между наблюдаемыми и скорректированными уровнями. Потребность в разработке аддитивной составляющей по мультипликативным рядам определена необходимостью приведения факторов сезонности в оценке по двум их типам к сопоставимой, стандартизированной форме как объясняющей переменной регрессионной модели сезонной цикличности валового внутреннего продукта в зависимости от сезонных составляющих валовой добавленной стоимости основных видов экономической деятельности.

Значения фактора сезонности на следующей стадии аналитических вычислений использованы для корректировки уровней квартальных показателей. В условиях мультипликативной декомпозиции корректировка выполняется посредством деления наблюдаемых уровней на значения фактора сезонности. Скорректированные уровни квартальных показателей, помещенные в графе 6 таблицы 1, становятся свободными от влияния фактора сезонности и тем самым приводятся к сопоставимым условиям годовой динамики. Скорректированные на фактор сезонности значения квартальных показателей валового внутреннего продукта в дополнение к информации о временной закономерности его годовой динамики по данным 36 квартальных наблюдений содержат в себе регулярную и иррегулярную составляющие. В регулярной составляющей отображаются циклические компоненты долгосрочной, среднесрочной и краткосрочной периодичности, в то время как в иррегулярной составляющей – содержательно не объясненные компоненты. Программа STATISTICA позволяет обнаружить и количественно отобразить оба названных эффекта, хотя поиск алгоритмов их аналитического представления остается за исследователем. Регулярная составляющая в режиме ППП STATISTICA обозначена как тренд-циклическая составляющая. Тренд-циклическая составляющая квартальных показателей

ВВП, скорректированных на фактор сезонности, представлена в графе 7 таблицы 1. Траектория графического ее отображения, как это обнаруживается из данных рисунка 2, выражена некоторым позитивным ростом с последующей понижающей волнистой динамикой. Это дает основание выдвинуть предположение о некоторой полиномиальной функции ее аналитического отображения.

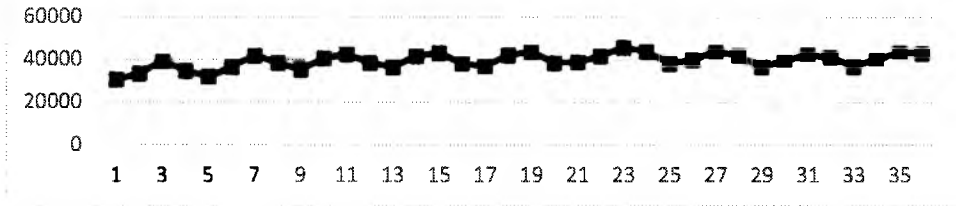
Таблица 1– Сезонная декомпозиция квартальных показателей объема ВВП Республики Беларусь за 2009–2017 гг., в среднегодовых ценах 2009 г., млрд. руб.

Год/ квартал	Наблю- даемые значения квар- тальных показате- лей ВВП	Центри- рован- ная скользя- щая средняя	Соотно- шение наблю- даемых и цен- триро- ванных значе- ний	Формат представления фактора сезонности		Скоррек- тирован- ные на фактор сезоннос- ти уровни	Тренд- цикличес- кая компо- нента	Иррегулярная (случайная) составляющая	
				Мульти- пликативная форма, в процен- тах	Аддитив- ная форма, млрд р. (гр.1-гр.6)			Мультипли- кативный формат, в процентах	Аддитивный формат, млрд р. (гр.6-гр.7)
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2009 1 кв	30489,40	-	-	99,5839	-127,38	30616,78	33335,90	0,918433	-2719,12
2 кв	33302,60	-	-	102,2412	730,03	32572,57	33816,81	0,963207	-1244,24
3 кв	39020,90	33845,60	115,2909	101,9859	759,84	38261,06	34778,61	1,100132	3482,45
4 кв	34629,30	35022,40	98,8776	99,5518	-155,92	34785,22	35084,39	0,991473	-299,17
2010 1 кв	31785,80	36714,10	86,5765	96,6371	-1106,11	32891,91	35600,40	0,923920	-2708,49
2 кв	36373,40	36542,12	99,5383	99,5839	-151,97	36525,37	36583,82	0,998402	-58,45
3 кв	41761,10	36644,20	113,9637	102,2412	915,44	40845,66	37623,70	1,085636	3221,96
4 кв	38161,00	38375,44	99,4412	101,9859	743,1	37417,90	38101,73	0,982053	-683,83
2011 1 кв	35139,70	39591,02	88,7567	99,5518	-158,22	35297,92	38655,84	0,913133	-3357,92
2 кв	40442,00	38890,30	103,9899	96,6371	-1407,34	41849,34	39581,99	1,057282	2267,35
3 кв	42451,30	38519,04	110,2086	99,5839	-177,36	42628,66	39702,00	1,073716	2926,66
4 кв	38257,50	39794,06	96,1387	102,2412	838,64	37418,86	39140,05	0,956025	-1721,19
2012 1 кв	36304,70	40328,78	90,0218	101,9859	706,95	35597,75	39142,12	0,909449	-3544,37
2 кв	41514,80	39450,80	105,2318	99,5518	-186,92	41701,72	40130,21	1,039160	1571,51
3 кв	43115,60	39132,84	110,1775	96,6371	-1500,38	44615,98	40572,65	1,099656	4043,33
4 кв	38061,40	40257,88	94,5440	99,5839	-159,02	38220,42	39826,24	0,959679	-1605,82
2013 1 кв	36667,70	40664,28	90,1718	102,2412	803,79	35863,91	39402,03	0,910205	-3538,12
2 кв	41929,90	39729,56	105,5383	101,9859	816,49	41113,41	40061,55	1,026256	1051,86
3 кв	43546,80	39868,00	109,2275	99,5518	-196,07	43742,87	40866,04	1,070397	2876,83
4 кв	38442,00	40849,41	94,1066	96,6371	-1337,74	39779,74	40714,75	0,977035	-935,01
2014 1 кв	38753,59	41567,26	93,2310	99,5839	-161,91	38915,50	40667,60	0,956917	-1752,1
2 кв	41574,74	41609,37	99,9168	102,2412	911,36	40663,38	41424,54	0,981625	-761,16
3 кв	45519,17	41513,04	109,6503	101,9859	886,36	44632,79	42370,08	1,053403	2262,71
4 кв	43757,36	41715,88	104,8938	99,5518	-197,02	43954,38	42254,30	1,040234	1700,08
2015 1 кв	37960,35	42117,93	90,1287	96,6371	-1320,98	39281,33	41431,44	0,948104	-2150,11
2 кв	39767,8	41373,42	96,1192	99,5839	-166,15	39933,95	40951,19	0,975160	-1017,24
3 кв	43584,99	39944,61	109,1136	102,2412	955,43	42629,56	40642,39	1,048894	1987,17
4 кв	41796,59	40198,22	103,9762	101,9859	813,89	40982,70	40254,56	1,018088	728,14
2016 1 кв	36613,34	40660,99	90,0454	99,5518	-164,85	36778,19	39819,33	0,923627	-3041,14
2 кв	39228,37	40157,09	97,6873	96,6371	-3980,14	40593,48	40111,08	1,012026	482,4
3 кв	42081,67	39153,40	107,4790	99,5839	-175,87	42257,49	40125,57	1,053131	2131,92
4 кв	41065,46	39821,81	103,1230	102,2412	900,20	40165,26	39762,61	1,010126	402,65
2017 1 кв	36778,15	40645,68	90,4848	101,9859	716,17	36061,98	39544,52	0,911934	-3482,54
2 кв	39955,38	40816,04	97,8914	99,5518	-179,90	40135,28	40613,37	0,988228	-478,09
3 кв	43347,72	-	-	96,6371	-1508,46	44856,18	42701,44	1,050460	2154,74
4 кв	42933,49	-	-	99,5839	-179,37	43112,86	43745,48	0,985539	-632,62

Источник: собственная разработка по данным источников [4, с.191; 5, с. 22; 6]

При исследовании динамики годовых и квартальных показателей описательная статистика использует две шкалы фактора времени. Измерение фактора времени при изучении динамики годовых показателей ведется по шкале фактора времени в годовых единицах отсчета. Единицей измерения фактора времени квартальных показателей является квартал, равный четверти года.

С целью достижения временной сопоставимости годовых и квартальных показателей введем приведенную шкалу фактора времени. В приведенной шкале фактора времени признак времени выражен непрерывной шкалой отсчета времени. В ней признак времени представлен как целыми, так и дробными числами.



По горизонтали обозначены порядковые номера кварталов

Рисунок 1 – Динамика колебательного процесса квартальных показателей ВВП Республики Беларусь за 2009–2017 гг. в среднегодовых ценах 2009 г., млрд. руб.

Источник: собственная разработка по данным графы 1 таблицы 1.

Для того, чтобы на одной и той же временной оси стало возможным отразить не только годовые, но и квартальные показатели, достаточно задать признак времени с интервалом 0,25 года. В системе приведенной шкалы фактора времени первое наблюдение будет относиться к временному признаку 0,25 года, а четвертое – к одному году. На такой шкале фактора времени, тем самым, совмещенно откладываются как квартальные, так и годовые уровни показателей.

Финальными вычислительными операциями приведения квартальных показателей к условиям их годовой динамики должны стать операции идентификации параметров траектории их движения во времени. После приведения квартальных данных к условиям годовой динамики надлежит убедиться в том, что показатели квартальной и годовой периодичности отличаются между собой распределением только уровнейых характеристик, но при полном совмещении параметров их движения во времени. Сказанное проиллюстрировано на данных таблицы 2 и построенного на их цифровой базе рисунка 3.

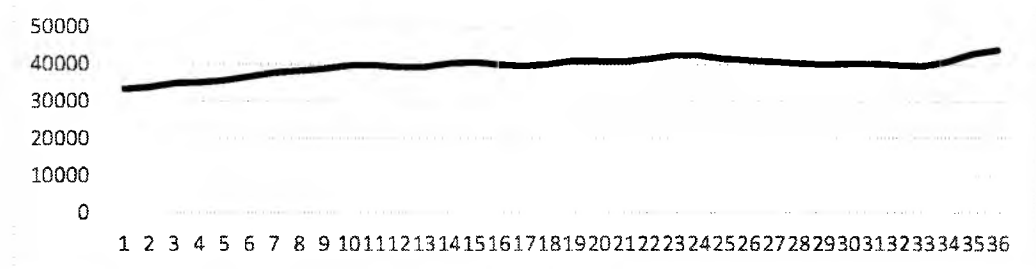


Рисунок 2 – Динамика тренд-циклической компоненты квартальных показателей объема ВВП Республики Беларусь за 2009–2017 гг., в среднегодовых ценах 2009 г., млрд. руб.

Источник: собственная разработка по данным таблицы 1, графа 7.

Скоростной режим движения экономических показателей на более или менее продолжительных отрезках фактора времени характеризуется параметрами скорости, ускорения (замедления), а также параметром изменения ускорения [10, с. 160-161]. Такая характеристика скоростного режима в равной мере присуща как показателям годовой периодичности, так и квартальным показателям, приведенным к годовой динамике. Уровни квартальных показателей, скорректированные на фактор сезонности, содержат в себе не только регулярную, но и иррегулярную (случайную) составляющие. Регулярная составляющая экономической динамики совместима с описательной характеристикой скоростного режима показателей годовой периодичности. ППП *STATISTICA* оптимизирует подбор математических функций, позволяющий сформировать как регулярную, так и иррегулярную составляющие. Регулярная составляющая квартальных показателей представлена при этом так называемой тренд-циклической компонентой. Всему спектру возможных циклических составляющих экономической динамики отвечает полином n -го порядка. Уже при $n=3$, скоростной режим движения физического объема ВВП осуществляется по траектории полинома 3-го порядка с присутствиями ему параметрами скорости, ускорения (замедления) и изменений в параметрах ускорения или замедления [10, с. 159].

Проиллюстрируем взаимодействие динамики квартальных показателей ВВП и его тренд-циклической составляющей на базе данных таблицы 2 и рисунка 2. Рисунок 2 составлен по данным

таблицы 2. Как видно, на нем квартальные уровни тренд-циклической компоненты ВВП функционально вписались в траекторию ее движения в приведенной системе фактора времени. Фактор сезонности удален из их состава, вследствие чего тренд-циклическая составляющая коинтегрирована с траекторией движения годовых показателей валового внутреннего продукта, все точки которой лежат выше (см. ряд 1). На их тесное взаимодействие указывает тот факт, что динамика показателей ВВП годовой периодичности на 96,5% детерминирована траекторией движения его тренд-циклической составляющей.

На рисунке 2 тренд-циклическая составляющая ВВП представлена 36 точками, в то время как траектория движения показателей валового внутреннего продукта годовой периодичности – только девятью. Аналитическое преимущество тренд-циклической составляющей квартальных показателей состоит в том, что на сравнительно коротком временном отрезке (в нашем случае он составляет 9 лет) становится возможным выявить и идентифицировать циклы среднесрочной и краткосрочной продолжительности. Этому способствует четырехкратное увеличение количества статистических наблюдений, а также разукрупнение единицы измерения фактора времени от одного года до 0,25 года или до одного квартала. Траектория тренд-циклической компоненты квартальных показателей валового внутреннего продукта неизменно проявляется вследствие удаления из наблюдаемых его уровней сезонной составляющей. Следовательно, в динамике ее уровней могут содержаться колебательные эффекты среднесрочной и краткосрочной продолжительности, которые формируются под воздействием скоростных режимов 2-го и более высоких порядков. Об этом свидетельствуют данные рисунка 3. В агрегированных данных годовых показателей валового внутреннего продукта циклические колебания краткосрочной периодичности сглаживаются под воздействием эффекта агрегирования.

Данные рисунка 3 указывают на коинтеграционную согласованность показателей динамики ВВП годовой периодичности и тренд-циклической составляющей его квартальных характеристик. Скоростные характеристики их движения совмещаются, что подтверждается оценками параметров уравнения регрессии (1) годовых показателей ВВП, $Y(t)$, в зависимости от его итоговых значений тренд-циклической составляющей, $X(t)$, показанных в таблице 2:

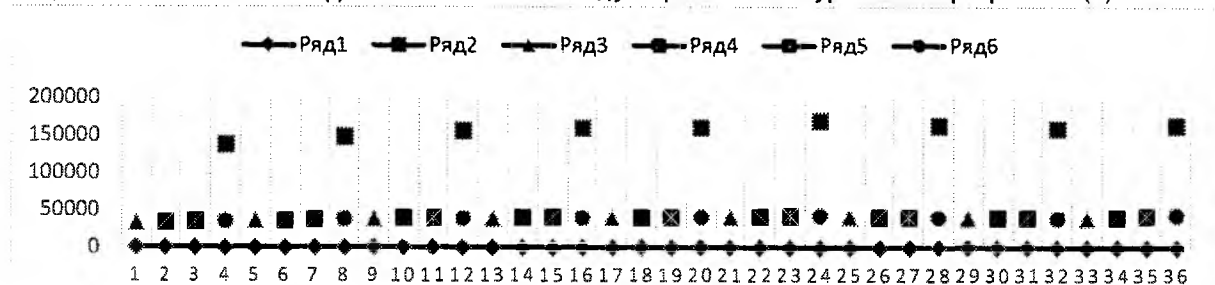
$$Y(t) = 4286,815 + 0,971X(t) + u(t) \quad (1)$$

t-критерий:

$$0,417 \quad 14,916$$

$$R^2 = 96,5\% \quad F(1, 7) = 222,4 \quad DW = 1,374$$

Как видно из оценок параметров уравнения (1), поведение во времени показателей ВВП годовой периодичности, $Y(t)$, на 96,5 % детерминировано тренд-циклической составляющей его квартальных значений, $X(t)$. Теснота связи между переменными уравнения регрессии (1) является



По горизонтальной оси (ряд 1) – порядковые номера кварталов приведенной шкалы фактора времени: одно деление равно 0,25 года

Легенда: ряд 2– наблюдаемые показатели ВВП годовой периодичности; ряд 3 – квартальные уровни тренд-циклической компоненты ВВП за 1-й квартал 2009-2017 гг.; ряд 4–квартальные уровни тренд-циклической компоненты ВВП за 2-й квартал 2009-2017 гг.; ряд 5 – квартальные уровни тренд-циклической компоненты ВВП за 3-й квартал 2009-2017 гг.; ряд 6 – квартальные уровни тренд-циклической компоненты ВВП за 4-й квартал 2009-2017 гг.

Рисунок 3–Точечное совмещение траекторий движения показателей объема ВВП годовой периодичности и тренд-циклической составляющей квартальных показателей ВВП, приведенных к его годовой динамике, по экономике Республики Беларусь за 2009–2017 гг., в среднегодовых ценах 2009 г., млрд. руб.

Источник: собственная разработка по данным таблицы 2.

Таблица 2 – Показатели ВВП годовой периодичности и квартальные показатели его тренд-циклической составляющей по экономике Республики Беларусь за 2009–2017 гг. в системе приведенной шкалы фактора времени, в среднегодовых ценах 2009 г., млрд. руб.

Год, квартал	Приведенная шкала фактора времени	Показатели ВВП годовой периодичности	Квартальные показатели тренд-циклической составляющей ВВП			
			1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
A	1	2	3	4	5	6
2009 1 кв	0,25		33335,90			
2 кв	0,50			33816,81		
3 кв	0,75				34778,61	
4 кв	1,00	137442,20				35084,39
2010 1 кв	1,25		35600,40			
2 кв	1,50			36583,82		
3 кв	1,75				37623,70	
4 кв	2,00	148081,30				38101,73
2011 1 кв	2,25		38655,84			
2 кв	2,50			39581,99		
3 кв	2,75				39702,00	
4 кв	3,00	156290,50				39140,05
2012 1 кв	3,25		39142,12			
2 кв	3,50			40130,21		
3 кв	3,75				40572,65	
4 кв	4,00	158996,50				39826,24
2013 1 кв	4,25		39402,03			
2 кв	4,50			40061,55		
3 кв	4,75				40866,04	
4 кв	5,00	160586,4				40714,75
2014 1 кв	5,25		40667,60			
2 кв	5,50			41424,54		
3 кв	5,75				42370,08	
4 кв	6,00	169604,86				42254,30
2015 1 кв	6,25		41431,44			
2 кв	6,50			40951,19		
3 кв	6,75				40642,39	
4 кв	7,00	163109,73				40254,56
2016 1 кв	7,25		39819,33			
2 кв	7,50			40111,08		
3 кв	7,75				40125,57	
4 кв	8,00	158988,84				39762,61
2017 1 кв	8,25		39544,52			
2 кв	8,50			40613,37		
3 кв	8,75				42701,44	
4 кв	9,00	163014,74				43745,48

Источник: собственная разработка по данным таблицы 1, графа 1 и 7

В статье, то есть в оценке за каждый квартал в отдельности, сезонная составляющая (графа 5 таблицы 1), тренд-циклическая компонента (графа 7 таблицы 1), а также иррегулярная составляющая в аддитивной формате (графа 9 таблицы 1) функционально связаны с величиной квартальных показателей валового внутреннего продукта. В динамике, однако, это не так. Как можно заключить по данным уравнения (1) и графика, представленного на рисунке 3, энергетика тренд-циклической составляющей с присущими ей параметрами скоростного режима устремляет динамику ВВП в экономическую перспективу.

В естественно-научных источниках в настоящее время повсеместно и со всей серьезностью заговорили об изменениях климата и его последствиях не только ученые-климатологи [7], но и политики и общественные деятели. Рамочную конвенцию ООН об изменении климата ратифицировали и являются участниками 197 государств, включая Республику Беларусь. Республика Беларусь, как участник конвенции, разработала и приняла Государственную программу мер по смягчению последствий изменения климата на 2013-2020 годы. Отдельным пунктом программы отмечается «Международное сотрудничество [Республики Беларусь - М.Н.] в области разработки и реализации мер по адаптации к изменяющемуся климату и смягчению антропогенного воздействия на климат [8, с. 2]. Природные, социально-политические и экономические факторы

воздействуют на трансформацию сезонной составляющей [9, с. 14]. Вследствие этого сезонная составляющая как параметр экономической динамики может изменяться во времени и тем самым воздействовать на динамику годовых показателей.

Квартальные и годовые показатели начинают и завершают хозяйственный год в разные моменты времени. Для показателей 1-го квартала он завершается к 1-му апреля. Показатели 2-го квартала являются предвестниками ожидаемых результатов завершения годовой деятельности по состоянию на 1 июля. Предсказательная сила данных за 3-й квартал формируется к началу октября. Результаты годовой экономической деятельности за 4-й квартал в высокой степени предсказуемы по информационным данным девятимесячной ретроспективы. Такая степень предсказательной уверенности относится к формированию ожидаемых оценок по текущим, цепным показателям динамики. Кинетическая энергетика базисных показателей экономической динамики будет выше текущей по причине более обширной базы исходных данных. Тем самым квартальные показатели тренд-циклической составляющей ВВП наполняются экономическим содержанием опережающих параметров-предвестников ожидаемой динамики годовых показателей валового внутреннего продукта. В этом контексте аналитическое моделирование энергетических эффектов их взаимодействия приобретает актуальное значение.

Энергетика квартальных компонентов тренд-циклической составляющей передается годовым показателям посредством скоростного режима их движения в информационной среде измерения их годовых приростов. В соответствии с уравнением (2) приращение годового объема ВВП равно сумме годовых приращений квартальных компонентов его тренд-циклической составляющей. Применительно к режиму выхода на цепной годовой прирост ВВП будем иметь

$$Y(t) - Y(t-1) = (X_{1/t} - X_{1/t-1}) + (X_{2/t} - X_{2/t-1}) + (X_{3/t} - X_{3/t-1}) + (X_{4/t} - X_{4/t-1}) \quad (2)$$

$$\Delta Y(t) = \sum_{i=1}^4 (X_{i/t} - X_{i/t-1}) = \sum_{i=1}^4 \Delta X_{i/t}$$

или
при $i = 1, 2, \dots, 4$ – порядковые номера кварталов; t – порядковый номер года.

В скобках аналитического тождества (2) представлены годовые приросты квартальных показателей тренд-циклической составляющей ВВП. Будучи по своей форме базисными показателями абсолютных приростов, они могут быть развернуты во взаимосвязанные цепочки соответствующих цепных приростовых значений, как это показано ниже:

$$X_{1/t} - X_{1/t-1} = (X_{2/t-1} - X_{1/t-1}) + (X_{3/t-1} - X_{2/t-1}) + X_{4/t-1} - X_{3/t-1} + (X_{1/t} - X_{4/t-1}) \quad (3)$$

$$X_{2/t} - X_{2/t-1} = (X_{3/t-1} - X_{2/t-1}) + (X_{4/t-1} - X_{3/t-1}) + (X_{1/t} - X_{4/t-1}) + (X_{2/t} - X_{1/t}) \quad (4)$$

$$X_{3/t} - X_{3/t-1} = (X_{4/t-1} - X_{3/t-1}) + (X_{1/t} - X_{4/t-1}) + (X_{2/t} - X_{1/t}) + (X_{3/t} - X_{2/t}) \quad (5)$$

$$X_{4/t} - X_{4/t-1} = (X_{1/t} - X_{4/t-1}) + (X_{2/t} - X_{1/t}) + (X_{3/t} - X_{2/t}) + (X_{4/t} - X_{3/t}) \quad (6)$$

$$\sum_i \Delta X_{i/t} = 1 \cdot (X_{2/t-1} - X_{1/t-1}) + 2 \cdot (X_{3/t-1} - X_{2/t-1}) + 3 \cdot (X_{4/t-1} - X_{3/t-1}) + 4 \cdot (X_{1/t} - X_{4/t-1}) + 3 \cdot (X_{2/t} - X_{1/t}) + 2 \cdot (X_{3/t} - X_{2/t}) + 1 \cdot (X_{4/t} - X_{3/t}). \quad (7)$$

Уравнениями (3) – (6) представлены годовые приросты квартальных показателей тренд-циклической составляющей ВВП за отчетный год по сравнению с соответствующими периодами предыдущего года. Уравнение (7) получено в соответствии с аналитическим алгоритмом (2) с учетом приведения подобных членов. То есть в уравнении (7) представлено взвешенное упорядоченное множество цепных приростовых оценок квартальных показателей тренд-циклической составляющей ВВП. Его совокупный эффект (годовая энергетика) эквивалентно соответствует вкладу внутригодовых аналитических компонентов скоростного режима движения тренд-циклической составляющей в годовой прирост физического объема валового внутреннего продукта.

Убедимся в жизнеспособности уравнения (7) на реальных оценках энергетики взаимодействия годовой динамики ВВП и его квартальных показателей за 2016–2017 гг., которые приведены в таблице 3. В таблице 1 представлена декомпозиция динамики квартальных показателей валового внутреннего продукта по трем потокам экономической динамики: сезонной компоненте, тренд-циклической и иррегулярной составляющим. Все три потока аддитивно взаимодействуют с динамикой квартальных показателей ВВП. Тождество (7) является аналитическим средством спецификации закономерностей упорядоченного взаимодействия трех

названных потоков с динамикой квартальных показателей, а через них по образу и подобию термодинамических процессов - с годовой динамикой валового внутреннего продукта.

В графах 3 – 6 таблицы 3 приведены цепные абсолютные приросты квартальных показателей (графа 3) и их аналитических составляющих (графы 4 – 6). Их значения с учетом кратности пробега годовой динамики по внутригодовым оценкам фактора времени, приведенным в графе 2, – исходная информационная база данных для формирования показателей энергетики вклада внутригодовой активности экономической деятельности в годовую динамику валового внутреннего продукта. Показатели энергетики вклада внутригодовой активности экономической деятельности в годовую динамику ВВП получены как произведение данных графы 2 на содержимое граф 3 – 6. Результаты аналитических расчетов помещены в графах 7–10 таблицы 3. При этом в графе 7 представлена вся энергетика вклада квартальных показателей в прирост годового объема ВВП, начиная со 2-го квартала 2016 г. и кончая 4-м кварталом 2017 года. Оценка совокупного вклада энергетической активности экономической деятельности по результатам работы за 2016 и 2017 гг. в динамику экономической деятельности за 2017 г. по сравнению с 2016 годом представлена построчной суммой и в целом составляет 4025,9 млрд р. По данным трех кварталов энергетика вклада оказалась негативной. Она припадает на 4-й квартал 2016 г., на 1-й и 4-й кварталы 2017 г. Для объяснения данного обстоятельства обращаемся к данным потоковых вкладов. Первоочередное внимание обращаем на иррегулярную составляющую. Ей придается смысловое значения фактора случайных воздействий, которые возникают вследствие непредвиденных обстоятельств. Как видим, вследствие непредвиденных обстоятельств в 2017 г. недополучено 2014,34 млрд р. валового внутреннего продукта.

Таблица 3 – Аналитическая оценка взаимодействия годовой динамики ВВП Республики Беларусь и квартальных показателей его тренд-циклической составляющей за 2016–2017 гг., в сопоставимых ценах 2009 г., млрд р.

Год/ квар- тал	Крат- ность пробега годовой динамики (число раз)	Цепные абсолютные приросты				Энергетика вклада внутригодовой активности в годовой прирост ВВП			
		Наблюда- емые уровни квар- тальных показате- лей	Аддитив- ная сезонная составля- ющая	Иррегу- лярная состав- ляющая	Тренд- цикличес- кая состав- ляющая	Наблю- даемые уровни	В том числе		
							Сезон- ная состав- ляющая	Иррегу- лярная состав- ляющая	Тренд- цикличес- кая сос- тавляю- щая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2016 1 кв	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2 кв	1	2615,03	-1200,26	3523,54	291,75	2615,03	-1200,26	3523,54	291,75
3 кв	2	2853,3	1189,29	1649,52	14,49	5706,6	2378,58	3299,04	28,98
4 кв	3	-1016,21	1076,02	-1729,27	-362,96	-3048,63	3228,06	-5187,81	-1088,88
2017 1 кв	4	-4287,31	-184,03	-3885,19	-218,09	-17149,24	-736,12	-15540,76	-872,36
2 кв	3	3177,23	-896,07	3004,45	1068,85	9531,69	-2688,21	9013,35	3206,55
3 кв	2	3392,34	-1328,56	2632,83	2088,07	6784,68	-2657,12	5265,66	4176,14
4 кв	1	-414,23	1329,09	-2787,36	1044,04	-414,23	1329,09	-2787,36	1044,04
Годовой прирост	–	–	–	–	–	4025,9	-345,98	-2414,34	6786,22

Сезонная составляющая по своей природе нейтральна. Наблюдаемые и скорректированные на фактор сезонности годовые показатели совмещаются. Однако в составе временной тенденции она может трансформироваться под влиянием изменения климатических и социально-экономических условий производственной деятельности и вследствие этого оказывать влияние на динамику годовых показателей. В условиях экономической деятельности Республики Беларусь за 2009-2017 гг., должно быть, такие изменения произошли. Системно они отразились и на внутригодовой динамике экономической деятельности 2016-2017 гг. Шоковые сдвиги в сезонной составляющей, припадающие на 2-ой квартал 2016 г., а также на первый – третий кварталы 2017 г. негативно сказались на годовой динамике ВВП за 2017 г. по сравнению с 2016 годом. Вследствие этого в 2017 г. произошел спад объема производства ВВП в размере 345,98 млрд р. или на 0,22% (см. табл. 4).

Динамика тренд-циклической составляющей ВВП на отрезке 2016-2017 гг. характеризовалась внутренней неустойчивостью. Из сопоставления данных графы 10 таблицы 3 и

Графы в таблице 4 обнаруживается достаточно заметная колебательная энергетика вклада внутригодовой активности в годовой прирост валового внутреннего продукта с присущим ей шоковым эффектом спада экономической динамики, припадающим на 4-й квартал 2016 г. и 1-й квартал 2017 г. В целом, однако, тренд-циклическая составляющая ВВП продемонстрировала выход на положительную энергетика экономической динамики в размере 4,27 % прироста и этот ее эффект следует расценивать как позитивную инерцию входа в экономику следующего года.

Таблица 4 – Аналитическая оценка взаимодействия годовой динамики ВВП Республики Беларусь и квартальных показателей его составляющих, в сопоставимых ценах, за 2016-2017 гг. в оценке к базе сравнения 2016 г.

Год/квартал	Кратность пробега годовой динамики (число раз)	Энергетика вклада внутригодовой активности в годовой прирост ВВП, в % к 2016 г.			
		Наблюдаемые уровни	В том числе		
			Сезонная составляющая	Иррегулярная составляющая	Тренд-циклическая составляющая
1	2	3	4	5	6
2016 1 кв	–	–	–	–	–
2 кв	1	1,64	-0,76	2,22	0,18
3 кв	2	3,59	1,50	2,07	0,02
4 кв	3	-1,92	2,03	-3,26	-0,69
2017 1 кв	4	-10,78	-0,46	-9,77	-0,55
2 кв	3	6,00	-1,69	5,67	2,02
3 кв	2	4,27	-1,67	3,31	2,63
4 кв	1	-0,26	0,83	-1,75	0,66
Годовой прирост	–	2,54	-0,22	-1,51	4,27

Источник: собственная разработка по данным таблицы 3.

Равновесной величиной трех векторов энергетика вклада внутригодовой активности, присущей временному периоду 2016-2017 гг., явилась реальная динамика годового объема ВВП за 2017 г. по сравнению с 2016 г. Она составила 2,54 процента годового прироста валового внутреннего продукта, сформированная как аналитическая сумма вклада энергетика тренд-циклической составляющей (4,27 %), сдвигов в сезонной компоненте (-0,22%) и непредвиденных обстоятельств (-1,51%), значения которых приведены в итоговой строке таблицы 4.

Заключение. По результатам исследования можно сформулировать следующие выводы и предложения.

1. Предложена методология упорядоченного взаимодействия тренд-циклической, сезонной и иррегулярной составляющих квартальных показателей и годовых показателей экономической динамики.

2. Предлагаемая методология по образу и подобию термодинамических процессов открывает возможности разработки показателей энергетика вклада внутригодовой активности экономической деятельности в годовую динамику экономических показателей.

3. Методика апробирована на фактических данных годовых и квартальных показателей Республики Беларусь за 2009-2017 гг. Применительно к данным за 2016-2017 гг. она позволила установить, что в формировании динамики объема ВВП за 2017 г. по сравнению с 2016 г. принимает участие энергетика экономической деятельности предшествующих кварталов, начиная со 2-го квартала 2016 г. Установлено, в частности, что годовой прирост объема ВВП, равный 2,54 процента, детерминирован долговременной тренд-циклической составляющей, трансформацией сезонной составляющей и иррегулярной составляющей экономической динамики. При этом ведущая роль в формировании годовой динамики объема ВВП принадлежит кинетической энергетике тренд-циклической составляющей. Ее энергетический вклад составил 4,27 %.

4. Вследствие временных изменений в составе фактора сезонности сформировалась тормозящая энергетика его кинетической динамики. Шоковые оценки энергетика вклада сезонной составляющей в годовую динамику ВВП припадают на 2-й квартал 2016 г., а также на 2-й и 3-й кварталы 2017 г. Всего на долю тормозящей роли сезонного фактора в 2017 г. приходится 0,22% экономического спада в динамике объема валового внутреннего продукта.

5. По результатам оценки иррегулярной составляющей экономические потери в динамике валового внутреннего продукта, которые можно отнести на непредвиденными обстоятельства, составили 1,51%. По 4-му кварталу зарегистрирован трехкратный пробег годовой динамики.

6. В системе приведенной шкалы фактора времени годовая динамика пробегает по оценкам квартальных показателей 16 раз (таблица 4, графа 2). По состоянию на начало 4-го квартала отчетного года (в анализируемой ситуации 2017 г.) показатель кратности пробега годовой динамики идентифицируется числом 15, что соответствует вероятностной оценке 0,937. Установлено тем самым, что на начало 4-го квартала 2017 г. кинетическая энергетика годовой динамики представлена вероятностной оценкой 93,7 % ($15/16 \cdot 100$). Ее энергетический вклад в годовой прирост ВВП составил 2,8 % (сумма строк со 2-го квартала 2016 г. по 3-й квартала 2017 г. по графе 3 таблицы 4).

В процессе трехкратного пробега годовой динамики по данным 4-го квартала 2016 г. накопительная энергетика вклада в годовой прирост ВВП составила отрицательную величину, равную -1,92 процентных пункта (строка за 4-й квартал по графе 3). Из них на один пробег приходится -0,6 п.п. ($1,92 / 3$). С присовокуплением ожидаемой энергетике вклада в 4-м квартале 2017 г. вероятностная прогностическая оценка годового прироста ВВП составит 2,2 % ($2,8 - 0,6$). Как видно из расчетных данных, приведенных в итоговой строке таблицы 4, прирост объема ВВП в 2017 г. по сравнению с 2016 г. составил 2,54 %.

Представляется логичным заключить, что более точные прогностические оценки годовой динамики вправе ожидать по результатам аналитического исследования энергетике вклада экономической активности по исходным данным более продолжительной ретроспективы.

Аналитическое исследование экономической динамики с учетом кинетической памяти взаимодействия годовой и меньшей (квартальной, месячной) периодичности разработки – объективная необходимость и визитная карточка вхождения статистики в цифровую экономику.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Философский энциклопедический словарь / Редкол.: С.С. Северинцев [и др.]; - 2-е изд. – М.: Сов. Энциклопедия, 1989. – 815 с.
2. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс: Пер. с англ. // Общ. ред. В. И. Аршинова [и др.]. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
3. Эконометрика: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 344 с.
4. Национальные счета Республики Беларусь 2014. – Стат. сборник. – Минск: Национальный стат. комитет, 2014. – 352с.
5. Национальные счета Республики Беларусь 2017. – Стат. сборник. – Минск: Национальный стат. комитет, 2017. – 201с.
6. Официальный сайт Национального стат. комитета / официальная статистика / квартальные показатели. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 29.03.2019.
7. Изменение климата. Информационный бюллетень №75. Октябрь-ноябрь 2018. Федеральная служба гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды (Росгидромет).
8. Государственная программа мер по смягчению последствий изменения климата на 2013-2020 годы. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 21.06.2013 № 510. [Электронный ресурс] / www.government.by/ru/solutions/2058. – Дата доступа: 02.04.2019.
9. Бондаренко, Н.Н. Циклические колебания в экономике: методология исследования / Н.Н. Бондаренко. – Минск: Мисанта, 2008. -243 с.
10. Новиков, М.М. Статистическое моделирование и анализ макроэкономической динамики /М.М. Новиков // Качественные индикаторы развития Беларуси: методология оценки и анализа : Моногр. Н.В. Агабекова [и др.]; под ред. Н.В. Агабековой. –Минск: 2017. – С.138-176.

KINETIC ENERGY OF ECONOMIC DYNAMICS: REGULARITIES OF ORDERED INTERACTION OF ANNUAL AND QUARTER INDICATORS

Novikov M.M., Doctor of Economics, professor, professor of the Belarus Stats Economic Universit

Summary. *The proposed methodology of the orderly interaction of indicators of annual and quarterly periodicity, allowing assessing the energy contribution of the annual activity of economic activity in the annual dynamics of gross domestic product. The intra-annual energy of economic dynamics is revealed and manifested in the form of a time pattern of continuous interaction of the dynamic effects of the starting positions of the trend-cyclic, seasonal and irregular components of the dynamics of quarterly indicators with annual indicators of economic dynamics.*

The methodology was tested on actual data of annual and quarterly indicators of the gross domestic product of the Republic of Belarus for 2009-2017.

Key words: *gross domestic product, trend-cyclical, seasonal and irregular components, reduced time factor scale.*