

УДК: 339.13.017

UDC: 339.13.017

**СЕЗОННОСТЬ В ДИНАМИКЕ
ПРОИЗВОДСТВА ПРИРОДНОГО И
ПОПУТНОГО ГАЗА В РОССИИ: СПЛАЙН-
АНАЛИЗ****SEASONALITY IN THE DYNAMICS OF THE
PRODUCTION OF NATURAL AND
ASSOCIATED PETROLEUM GAS IN RUSSIA:
THE SPLINE ANALYSIS**

Ильясов Руслан Хизраилевич
к.э.н.
*Чеченский государственный университет,
Грозный, ЧР, Россия*
e-mail: ilyasov_95@mail.ru

Ilyasov Ruslan Hizrailevich
Cand.Econ.Sci.
Chechen State University, Grozny, CR, Russia
e-mail: ilyasov_95@mail.ru

Рынок энергоресурсов демонстрирует сильную подверженность сезонным колебаниям. Ярким примером влияния сезонности является динамика производства природного и попутного газа в России. В работе используются два подхода к выявлению и анализу сезонности: классический эконометрический, опирающийся на различные процедуры сглаживания; сплайн-метод, использующий аппроксимацию экономической динамики кубическими сплайнами и фазовый анализ. В сравнении двух методов выявляются преимущества использования сплайн-функций при моделировании экономической динамики, а также фазового анализа сезонности

The energy market shows strong exposure to seasonal fluctuations. A striking example of the impact of seasonality is the dynamics of the production of natural and associated gas in Russia. We use two approaches to the identification and analysis of seasonality: classical econometric based on different smoothing procedure; spline method uses an approximation of the economic dynamics of cubic splines and phase analysis. In the comparison of the two methods are used to identify the benefits of using spline functions when modeling economic dynamics and phase analysis of seasonality

Ключевые слова: СПЛАЙН-МОДЕЛИРОВАНИЕ,
СЕЗОННОСТЬ, ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ,
ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

Keywords: SPLINE-MODELING, SEASONALITY,
PHASE ANALYSIS, NATURAL GAS

Сезонность часто становится предметом анализа современной экономики. От эффективности анализа сезонности зависит оптимальность решений в сфере производства, транспортировки, хранения и реализации продукции. Все большую актуальность приобретают выбор методов и точность результатов исследования динамики на фоне ускоряющихся экономических тенденций.

Экономика представляет структуру экономического сигнала композицией из пяти частей: конъюнктура = тренд & сезонность & циклическая составляющая & остаточный стохастический шум & «событийная составляющая». Обычно исследователь в исходной экономической динамике видит результат совокупного воздействия всех ее составляющих. Однако различны как причины возникновения сезонности, цикличности, событийных и других составляющих динамики, так и законы

их развития в будущем.

Сезонное поведение представляет собой периодический процесс, в котором *a priori* известны время начала, конца, длительность, продолжительность периода и объективные причины его повторяемости. Исторически слова «сезонные», «сезонная компонента» соответствовали точно повторяющимся влияниям времени года на поведение экономического показателя. В противовес этому циклическое поведение – это процесс, в котором временные (начало, конец, причины повторяемости, период колебаний) и метрические (амплитуда, радиус, диаметр циклов) параметры заранее, *a priori*, неизвестны, но могут быть найдены и вычислены только в результате анализа, то есть *a posteriori*. Среднесрочная циклическая компонента состоит из последовательных повышений и понижений, но она не может быть заранее соотнесена к каким-то календарным периодам и не повторяется регулярно. Поскольку эти повышения и понижения чередуются, их нельзя считать ни трендовой составляющей, ни достаточно малыми случайными компонентами независимой или нерегулярной ошибки, ни рассматривать как фрагмент «событийных составляющих динамики».

Таким образом, сезонность в экономической динамике, в отличие от цикличности, может быть с большей точностью проанализирована и спрогнозирована.

Сезонные эффекты наблюдаются во многих сферах человеческой деятельности, многие виды продукции подвержены сезонному росту спроса, производство многих товаров тоже имеет ярко выраженную сезонность. Связано это, в основном, с изменениями параметров производства и потребления большинства товаров в различные периоды или времена года. Одним из примеров проявления сезонности может быть динамика добычи природного газа в России (таб.1) [1].

Таблица 1.

Динамика добычи природного и попутного газа в РФ, млрд. куб. м

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
2010	64.0	57.5	59.9	56.0	51.2	43.9	44.0	43.4	48.4	58.3	59.4	63.2
2011	63.5	57.0	61.2	57.2	57.7	50.7	48.4	45.8	48.2	56.2	60.0	63.0
2012	63.1	60.1	61.8	55.6	51.4	45.6	44.6	44.6	49.6	53.9	57.3	64.8
2013	64.8	57.8	60.1	55.5	52.1	45.0	46.2	47.9	53.4	62.6	58.1	64.6

Анализ динамики добычи природного газа в России с 2010 по 2013 гг. показывает наличие сильно выраженных сезонных эффектов. На графике (рис. 1) можно заметить, что пик добычи ежегодно приходится на декабрь – январь, а наименьшие объёмы добычи газа приходятся на летние месяцы – июнь, июль и август. Данная закономерность сохраняется в течении всех рассматриваемых годов.

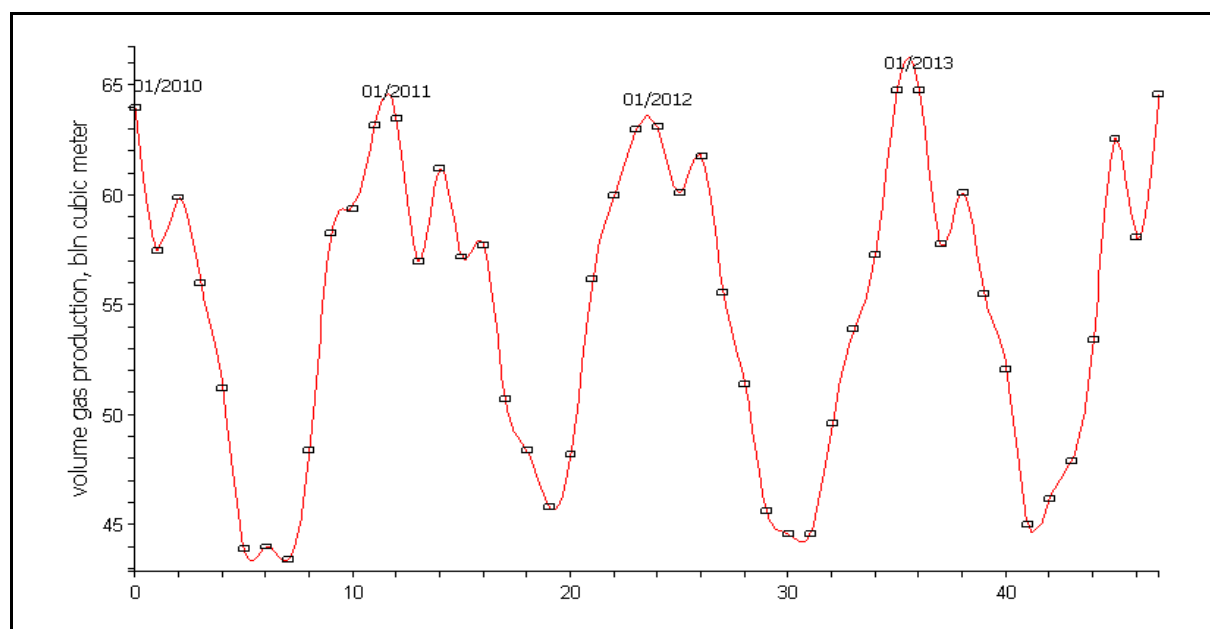


Рисунок 1 – Динамика объёмов добычи природного и попутного газа с января 2010 г. по декабрь 2013 г. Сплайн-аппроксимация

Для исследования сезонных эффектов классическими

эконометрическими методами приходится прибегнуть к декомпозиции исходного ряда, в частности, необходимо выполнить процедуру выделения тренда (основной тенденции). Для моделирования сезонной компоненты широко используются различные периодические функции. Однако, их использование всегда связано с преобразованием данных исходной динамики, часто с различными «усреднениями» (таб. 2 и 3), что несколько ухудшает точность модели.

Эконометрика предлагает один из способов визуализации - изображение сезонности в полярных координатах. Здесь средний уровень ряда принимается за длину радиус-вектора, а год – за окружность. При этом каждому из 12 месяцев соответствует 30° окружности. Концы отрезков, соответствующих по длине месячным индексам сезонности и откладываемых от центра окружности, соединяются отрезками.

Таблица 2.

Расчет средних значений динамики добычи природного и попутного газа в

РФ

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Среднее значение
2010	64	57.5	59.9	56	51.2	43.9	44	43.4	48.4	58.3	59.4	63.2	54.10
2011	63.5	57	61.2	57.2	57.7	50.7	48.4	45.8	48.2	56.2	60	63	55.74
2012	63.1	60.1	61.8	55.6	51.4	45.6	44.6	44.6	49.6	53.9	57.3	64.8	54.37
2013	64.8	57.8	60.1	55.5	52.1	45	46.2	47.9	53.4	62.6	58.1	64.6	55.68

Таблица 3.

Расчет индексов сезонности динамики добычи природного и попутного
газа в РФ

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Коэф-т сез-ти 2010	1.18	1.06	1.11	1.04	0.95	0.81	0.81	0.80	0.89	1.08	1.10	1.17
Коэф-т сез-ти 2011	1.14	1.02	1.10	1.03	1.04	0.91	0.87	0.82	0.86	1.01	1.08	1.13
Коэф-т сез-ти 2012	1.16	1.11	1.14	1.02	0.95	0.84	0.82	0.82	0.91	0.99	1.05	1.19
Коэф-т сез-ти 2013	1.16	1.04	1.08	1.00	0.94	0.81	0.83	0.86	0.96	1.12	1.04	1.16
Средний коэф-т сез-ти	1.16	1.06	1.11	1.02	0.97	0.84	0.83	0.83	0.91	1.05	1.07	1.16

Выполненный нами анализ сезонности неоднократно применял процедуру сглаживания данных, что не могло не отразиться на точности полученных результатов. Мы получили окружности почти правильной формы, демонстрирующие наличие сезонности в исследуемой динамике (рис. 2). Однако, данный метод не позволяет с достаточной точностью определить локальные особенности сезонности каждого месяца и тенденции их изменения от года к году.

Другой, предлагаемый нами метод, состоит из двух шагов:

1. Выполняем аппроксимацию исходной динамики кубическими сплайнами;
2. Строим фазовые портреты исследуемой динамики в двух и трех измерениях.

«Математические» сплайны – это «куски» степенных многочленов, представляющие процесс в промежутках между «узловыми точками». Отличительная особенность сплайнов – они состоят из отрезков полинома малого порядка, которые сходятся в заданных «узлах» процесса («узлах» его «решётчатой» функции). Математический сплайн q -го порядка непрерывен и имеет $(q - 1)$ непрерывную производную, q -я производная может претерпевать в точках соединения («узлах» сетки) разрыв с конечным скачком. Куски сплайна «сшиваются» в «узловых точках» оптимальным образом, значения функции и всех её производных слева и справа от каждого «узла» при этом совпадают [2].

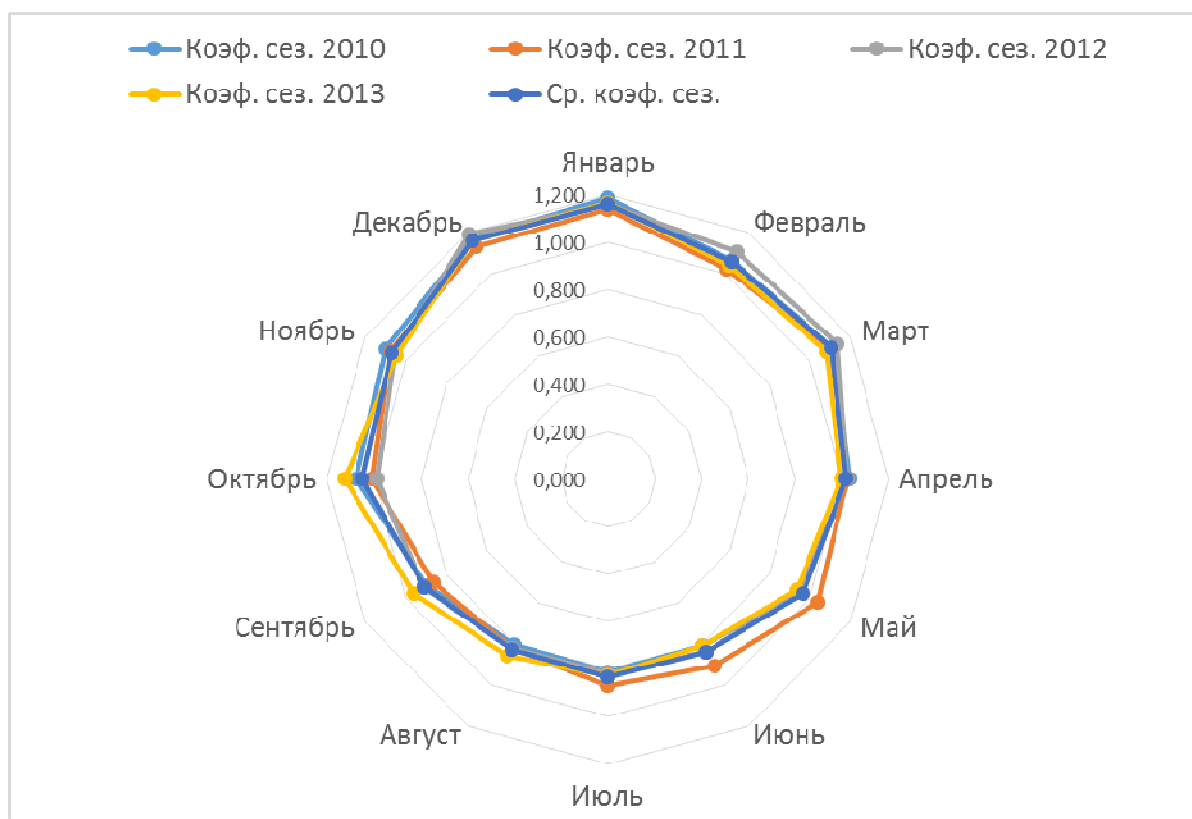


Рисунок 2 – Индексы сезонности в динамике добычи природного и попутного газа в РФ с января 2010 г. по декабрь 2013 г. Лепестковая диаграмма.

По сравнению с другими математическими конструкциями сплайны обладают следующими преимуществами: они обладают лучшими аппроксимирующими свойствами, позволяющими при равных

информационных затратах получать большую точность или наоборот – получать равную точность при менее информативных исходных данных. Для увеличения точности часто уменьшают величину шага интерполяции, что увеличивает число «узлов». В случае интерполяционных полиномов это связано с возрастанием их степени, что имеет свои недостатки. Степень же сплайна не изменяется при увеличении количества узлов интерполяции. Это принципиальный момент теории сплайнов.

Фазовые портреты (рис. 3) представляют собой зависимость первой производной $Y'(t)$ непрерывной функции $Y(t)$ от самой же переменной $Y(t)$. Время t при этом играет роль параметра. Известно, например, что замкнутая кривая фазового портрета указывает на периодические колебания переменной $Y(t)$, а расширяющаяся спираль свидетельствует о росте амплитуды колебаний со временем, «сворачивающаяся» спираль соответствует затуханию колебаний и т.д. [3].

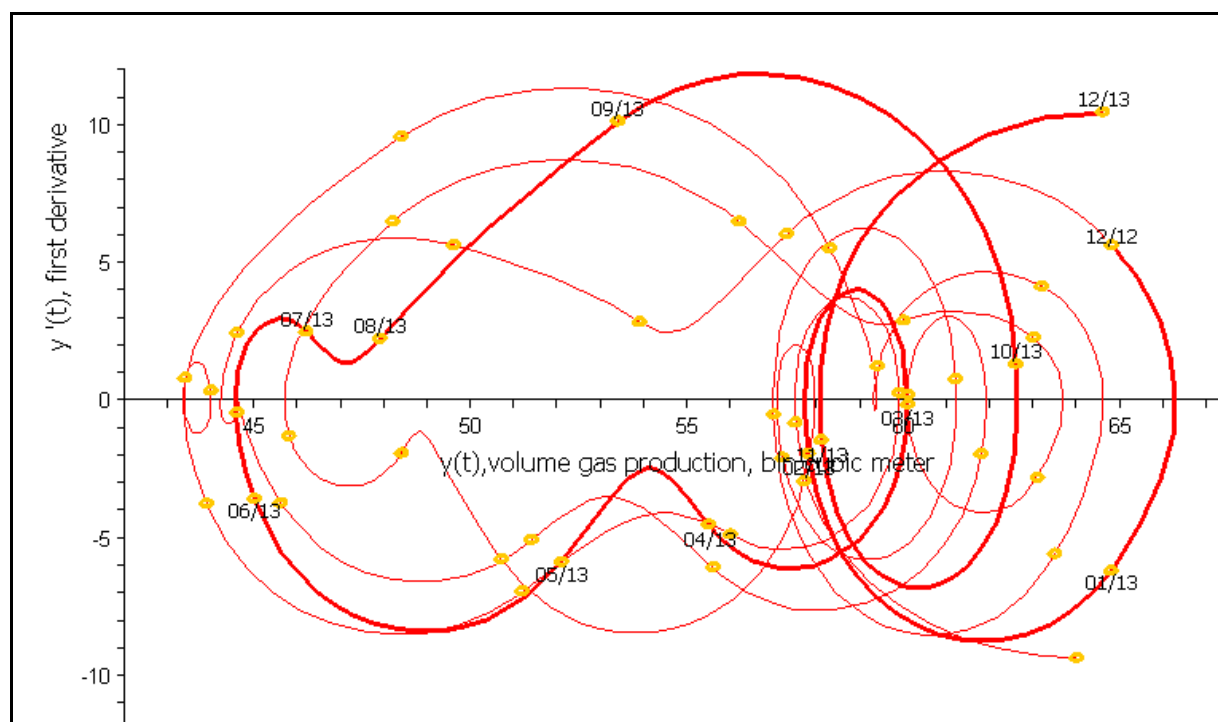


Рисунок 3 – Фазовый портрет динамики объёмов ежемесячной добычи газа с 2010 по 2013 гг.

Фазовый сплайн-анализ при исследовании сезонности становится

более эффективным инструментом, благодаря ряду принципиальных преимуществ, а именно:

- отсутствие необходимости выделения тренда;
- представление сезонных эффектов наглядно в виде «круговых» конструкций;
- сохранение точной динамики исходного процесса;
- сохранение такого важного параметрического репера, как время;
- явное представление в фазовой траектории процесса информации о скорости изменения показателя (первой производной) в любой момент времени [4, 5].

Фазовая траектория динамики экономического процесса содержит в себе информацию об изменении двух показателей во времени – значения самого показателя $Y(t)$ и скорости его изменения $Y'(t)$. Тенденция процесса на фазовой плоскости представляется смещением каждого нового цикла по горизонтальной оси: смещение вправо означает последующий рост, смещение влево означает спад.

Фазовый портрет может быть и трёхмерным, тогда мы можем наблюдать фазовую траекторию процесса в пространстве, где третьим измерением становится время. В случае периодического (сезонного) процесса со слабо выраженной тенденцией трёхмерное изображение фазовой траектории более предпочтительно, так как её проекцию на плоскость трудно исследовать (если речь идёт об исследовании сезонной динамики за несколько лет) из-за наложения друг на друга большого числа циклов (рис. 2). Пространственное изображение фазовой траектории даёт более точное представление об устойчивости сезонных эффектов в динамике объёмов добычи природного газа в период с 2010 по 2013 гг. (рис. 4).

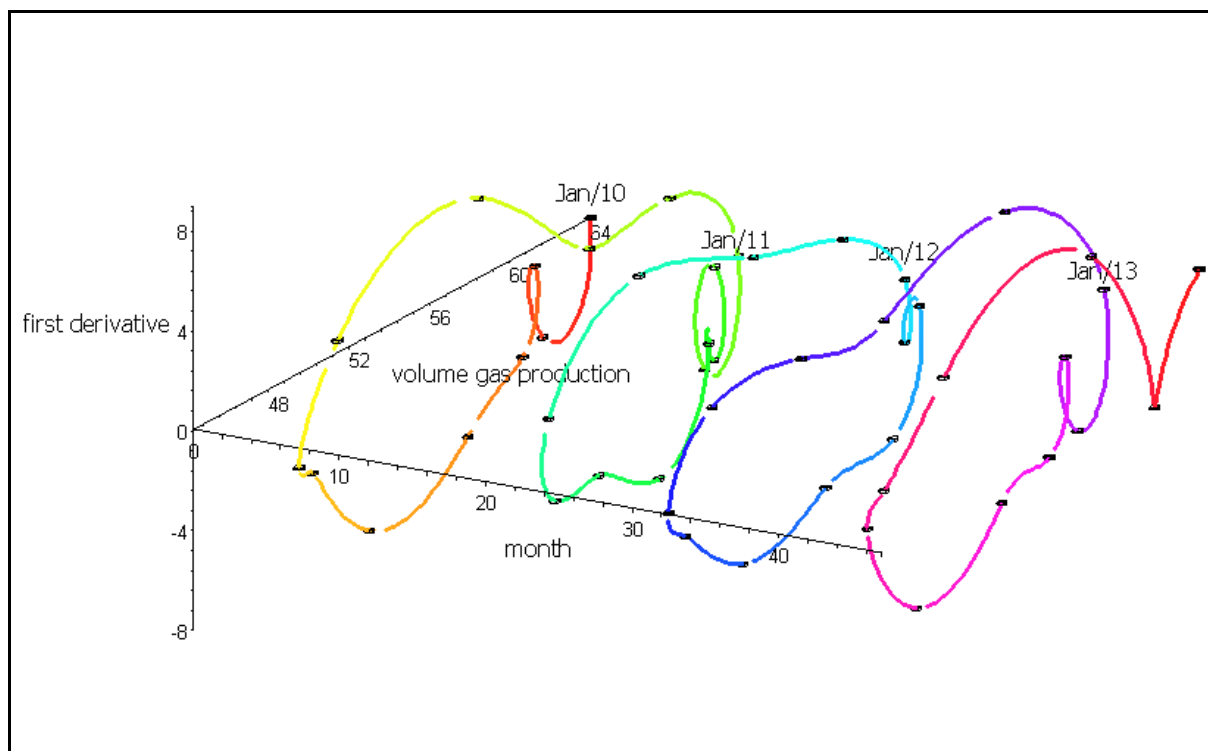


Рисунок 4 – Фазовая траектория динамики ежемесячных объёмов добычи газа с января 2010 г. по декабрь 2013 г. Трёхмерное изображение

Сохранение временного репера при использовании сплайн-функций при моделировании циклической или сезонной динамики даёт возможность определения их временных параметров [6, 7]. На рис. 5 мы видим, что пик добычи газа наблюдается в декабре-январе, за которым следует значительное снижение добычи в феврале. Во всех наблюдаемых годах март характеризуется тенденцией к росту, образуя, таким образом, внутри годового сезонного цикла малый цикл с периодом в три месяца (февраль, март, апрель). Минимальные значения добычи газа относятся к трём летним месяцам – июню, июлю и августу. Начиная с сентября наблюдается тенденция к значительному росту объёмов добычи, замыкая к январю следующего года полный цикл.

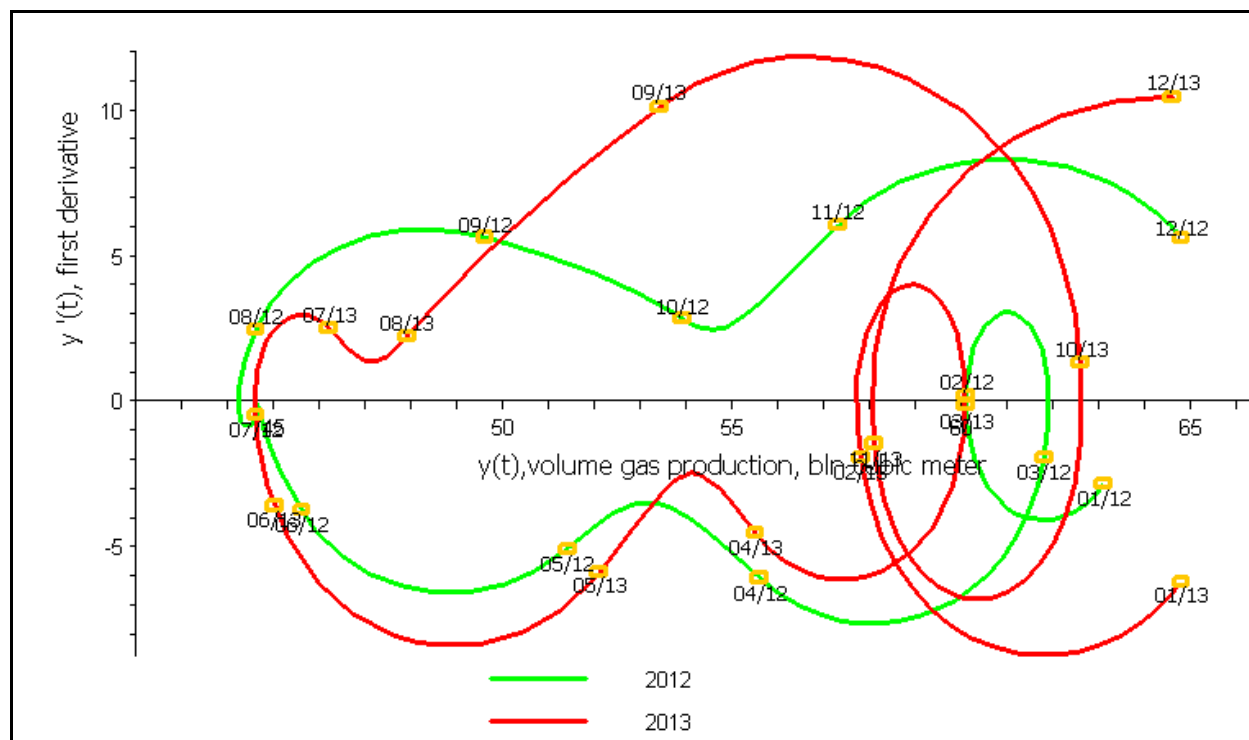


Рисунок 5 – Фазовый портрет динамики объёмов добычи газа с января 2012 г. по декабрь 2013 г.

Динамика среднегодовых объёмов добычи природного и попутного газа в России имеет слабо выраженную тенденцию к росту, но в тоже время наблюдается сильная сезонная вариация объёмов его добычи. Как показывает исследование, сплайн-моделирование существенно повышает эффективность анализа сезонности. Мы получаем двух- и трехмерные модели сезонности, обладающие свойствами аналитичности и наглядности при сохранении временных параметров и точности исходной динамики.

Использованные источники

1. Краткосрочные экономические показатели Российской Федерации [электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/plan/
2. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и её приложения. - М.: Мир, 1972. - 318 с.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. - М.: Наука. 1973. – 832 с.
4. Ильясов Р.Х. Фазовый сплайн-анализ как метод выявления цикличности в экономике // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2009. № 1. С. 32-36.
5. Ильясов Р.Х. Сплайн-анализ «тонкой» структуры взаимозависимости

экспортных цен на природный газ и нефть // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2008. № 68. С. 348-352.

6. Ильясов Р.Х. Фазовый анализ цикличности доли природного газа в структуре экспорта Российской Федерации / Р.Х. Ильясов, Ф.Б. Боташева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 816 – 825. – IDA [article ID]: 0881304058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/58.pdf>, 0,625 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346

7. Ilyasov R.H. About the Method of Analysis of Economic Correlations by Differentiation of Spline Models // Modern Applied Science. 2014. Vol. 8, No. 5. Pp. 197-203.

References

1. Kratkosrochnye jekonomicheskie pokazateli Rossijskoj Federacii [jelektronnyj resurs]: – Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/plan/

2. Alberg Dzh., Nil'son Je., Uolsh Dzh. Teorija splajnov i ejo prilozhenija. - M.: Mir, 1972. - 318 s.

3. Korn G., Korn T. Spravochnik po matematike dlja nauchnyh rabotnikov i inzhenerov. - M.: Nauka. 1973. – 832 s.

4. Il'jasov R.H. Fazovyj splajn-analiz kak metod vyjavlenija ciklichnosti v jekonomike // Sovremennye naukoemkie tehnologii. Regional'noe prilozhenie. 2009. № 1. S. 32-36.

5. Il'jasov R.H. Splajn-analiz «tonkoj» struktury vzaimozavisimosti jeksportnyh cen na prirodnyj gaz i neft' // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. 2008. № 68. S. 348-352.

6. Il'jasov R.H. Fazovyj analiz ciklichnosti doli prirodnogo gaza v strukture jeksporta Rossijskoj Federacii / R.H. Il'jasov, F.B. Botasheva // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №04(088). S. 816 – 825. – IDA [article ID]: 0881304058. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/58.pdf>, 0,625 у.п.л., импакт-фактор RINC=0,346

7. Ilyasov R.H. About the Method of Analysis of Economic Correlations by Differentiation of Spline Models // Modern Applied Science. 2014. Vol. 8, No. 5. Pp. 197-203.