

УДК 330.43

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО РЯДА
УРОВНЯ БЕЗРАБОТИЦЫ В РОССИИ****Исмиханов З.Н., Магомедбеков Г.У.***ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет»,
Махачкала, e-mail: zaur_7979@mail.ru*

В работе предлагается исследование, связанное с анализом и прогнозированием динамического ряда уровня безработицы в России с использованием методов эконометрики. Проведен анализ тренда и построено уравнение (полином первой степени) для описания уровня безработицы в зависимости от времени. Данное уравнение имеет хорошие статистические свойства и может быть использовано для краткосрочного прогнозирования. На следующем этапе проведена декомпозиция динамического ряда и выделена сезонная и случайная составляющие. Рассчитаны ежемесячные прогнозные значения уровня безработицы в России на 2016–2018 гг. Проведен также анализ сезонности динамического ряда уровня безработицы с применением метода коррелограммы. Выявлено, что существует сезонная составляющая в рассматриваемом ряду данных с длиной цикла 12 месяцев. Влияние случайной составляющей незначительно – максимальное значение составило 0,08 в 2008 г. Полученные результаты исследования объясняют механизм формирования уровней временного ряда (показателей безработицы в России) и позволяют строить прогнозы будущих значений этого ряда.

Ключевые слова: трендовая модель, прогноз, динамический ряд, уровень безработицы, декомпозиция динамического ряда

**MODELING AND PREDICTION OF THE DYNAMIC RANGE
OF UNEMPLOYMENT LEVEL IN RUSSIA****Ismikhanov Z.N., Magomedbekov G.U.***Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: zaur_7979@mail.ru*

In the article the research connected with the analysis and forecasting of a time series of the unemployment rate in Russia with the use of econometric methods is offered. The analysis of a trend is carried out and the equation (a polynomial of the first degree) for the description of the unemployment rate depending on time is constructed. This equation has good statistical properties and can be used for short-term forecasting. At the following stage decomposition of a time series is carried out and allocated seasonal and accidental components are selected. Monthly forecast values of the unemployment rate for 2016–2018 years are calculated. Also the analysis of seasonality of a time series of the unemployment rate using a method of correlogram is carried out. It is revealed that there is a seasonal component in this series of data with length of cycle of 12 months. Influence of a casual component is insignificant – the maximum value was 0,08 in 2008. The received results of the research explain the mechanism of forming the levels of a time series (unemployment indicators in Russia) and allow to forecast future values of this series.

Keywords: trend model, forecast, time row, unemployment rate, decomposition of a time series

В современном развитии государства при управлении экономикой большое значение имеет применение прогнозирования как метода, способного регулировать развитие общества на ближайшие несколько лет или даже десятилетий. В условиях перехода к рыночным отношениям прогнозирование приобретает весьма большое значение и становится начальной стадией, основой всей системы управления. Это связано с тем, что в условиях рынка меняются траектории развития, увеличивается выбор его вариантов, усиливается интенсивность поиска выходов из нежелательных, негативных ситуаций. Достигается это с помощью развитой системы альтернативных прогнозов. Прогнозирование социально-экономического развития представляет собой систему научных исследований количественного и качественного характера,

направленных на выявление тенденции развития национального хозяйства или его частей. Оно является прикладным исследованием, которое проводится для получения новой информации, полезной для управления экономическим развитием. В теории и практике прогнозирования накоплен значительный набор различных методов, которых более сотни. Но, как считают некоторые ученые, на практике используются лишь 15–20 методов [8].

Методы прогнозирования непрерывно обогащаются и совершенствуются. В экономической литературе представлено их большое разнообразие. Так, исследователи [3] говорят, что все многообразие методов прогнозирования основано на двух подходах – эвристическом и математическом. Эвристические методы базируются на использовании явлений или процессов, не

поддающихся формализации. Среди математических методов в особую группу выделяются методы анализа и прогнозирования динамики экономических процессов, которые реализуются средствами современной вычислительной техники [3].

Учитывая тот факт, что экономические условия развития предприятия, отрасли, страны изменяются во времени, необходимо анализировать динамику этих изменений для успешной реализации функций управления. Одним из приемов, которым целесообразно воспользоваться при оценке эффективности будущих управленческих решений, являются методы прогнозирования, основанные на анализе динамических (временных) рядов, цель которых – предсказать с той или иной степенью надежности будущие события и учесть этот прогноз при планировании тех или иных управленческих решений [5]. В отечественной литературе можно встретить множество работ, посвященных прогнозированию экономических показателей развития регионов и страны в целом [1, 2, 4, 6, 7, 8].

Учитывая актуальность проблемы, авторы определили цель исследования – анализ и прогнозирование динамики уровня безработицы в России, декомпозиция динамического (временного) ряда и проведение прогнозных расчетов.

Тренд-сезонный анализ временного ряда уровня безработицы в России

Показатели динамического (временного) ряда уровня безработицы в России за период с 2003 г. по 2015 г. приведены в табл. 1.

В целях анализа и прогнозирования временного ряда нами решены следующие задачи:

– анализ тренда (позволяет отфильтровать шум и периодические колебания, преобразуя данные в относительно гладкую кривую, для выявления тенденции ряда и прогноза его будущих значений);

– декомпозиция временного ряда (позволяет выделить в ряде тренд, сезонную, циклическую и случайную составляющую для проведения его структурного анализа);

– автокорреляционный анализ (позволяет определить периодические компоненты ряда).

Экономические процессы чаще всего имеют многокомпонентную структуру

$$y_t = l_t + s_t + v_t + u_t \quad (1)$$

где l_t – тренд, представляющий собой ход кривой, со спокойным гладким характером, которая описывает долговременные изменения и определяет главное направление развития; s_t – сезонная компонента, кратковременные регулярные колебания; v_t – циклическая компонента, долгосрочные регулярные колебания; u_t – случайная составляющая временного ряда, отражающая воздействие многочисленных факторов случайного характера.

Функции тренда для одномерных временных рядов могут представляться полиномами различных степеней и другими функциями относительно переменной времени $t = 1, 2, \dots, n$ (моделями кривых роста).

Для автоматизации расчетов по анализу и прогнозированию временных рядов нами в работе использовано программное средство Gretl 1.7.1. Результатом построения полиномиального тренда уровня безработицы (v_2) явилась модель линейного вида:

$$v_2 = 8,41 - 0,02t. \quad (2)$$

Таблица 1

Динамика уровня безработицы в России за 2003–2015 гг. (в % на конец месяца)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Январь	9,3	9,1	8,3	7,7	7,1	6,6	8,7	9,0	7,6	6,3	6,0	5,6	5,5
Февраль	9,6	9,5	8,3	7,9	7,2	7,1	9,4	8,5	7,4	6,2	5,8	5,6	5,8
Март	9,2	8,9	8,0	7,8	6,8	6,5	9,2	8,5	7,0	6,3	5,7	5,4	5,9
Апрель	8,8	8,2	7,6	7,6	6,4	6,0	8,8	8,1	7,1	5,6	5,6	5,3	5,8
Май	8,5	7,6	7,3	7,5	5,9	5,4	8,5	7,2	6,2	5,2	5,2	4,9	5,6
Июнь	8,4	7,5	7,3	7,2	5,8	5,6	8,3	6,7	6,0	5,2	5,4	4,9	5,3
Июль	8,3	7,4	7,2	6,9	5,7	5,7	8,1	6,8	6,4	5,2	5,3	4,9	5,3
Август	8,2	7,3	7,1	6,5	5,6	5,8	7,9	6,7	6,0	5,0	5,2	4,8	5,3
Сентябрь	8,2	7,7	7,2	6,6	5,6	6,2	7,6	6,5	6,0	5,0	5,3	4,9	5,2
Октябрь	8,2	8,0	7,3	6,7	5,6	6,6	7,7	6,7	6,2	5,1	5,5	5,1	5,5
Ноябрь	8,2	8,4	7,5	6,7	5,7	7,0	8,2	6,6	6,2	5,2	5,4	5,2	5,8
Декабрь	8,6	8,3	7,7	6,9	6,1	7,8	8,2	7,0	6,0	5,1	5,6	5,3	5,8

Модель адекватна, параметры значимы (по t-критерию Стьюдента) на уровне 1 %, скорректированный коэффициент детерминации (R^2) равен 0,56. В пользу линейной формы тренда говорит еще и высокий коэффициент автокорреляции первого порядка (0,93).

Из визуального анализа графика (рис. 1) можно сделать вывод, что исходные данные представляют собой нестационарный временной ряд с выраженной цикличностью

данных: ряд имеет тенденцию (непостоянное среднее), непостоянную дисперсию, существенные периодические колебания.

Прогнозирование по линейной модели уровня безработицы в России на 2016–2018 гг.

Учитывая хорошие свойства построенной линейной модели, можно сделать прогнозные расчеты. Результаты прогнозирования уровня безработицы на 2016–2018 гг. представлены в табл. 2.

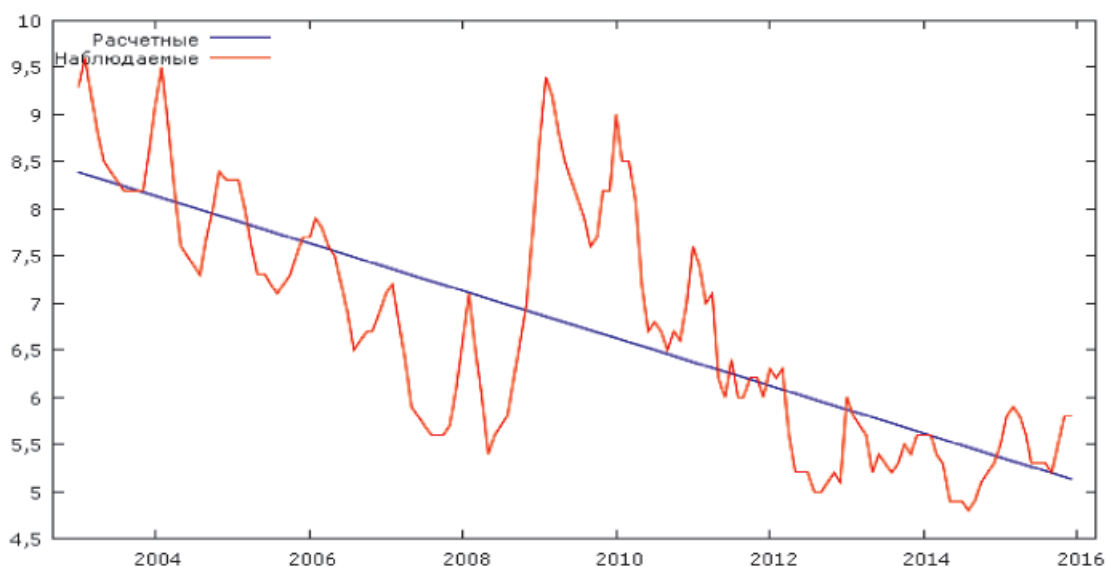


Рис. 1. Фактические данные и график линейного тренда уровня безработицы

Таблица 2

Результаты прогнозирования временного ряда уровня безработицы

Наблюдение	Прогноз	Стандартная ошибка	Доверительный интервал
2016 (январь)	5,3	0,87	3,6–7,0
2016 (февраль)	5,3	0,87	3,6–7,0
2016 (март)	5,3	0,87	3,6–7,0
2016 (апрель)	5,3	0,87	3,5–7,0
2016 (май)	5,2	0,87	3,5–7,0
2016 (июнь)	5,2	0,87	3,5–6,9
2016 (июль)	5,2	0,87	3,5–6,9
2016 (август)	5,2	0,87	3,5–6,9
2016 (сентябрь)	5,2	0,87	3,4–6,9
2016 (октябрь)	5,1	0,87	3,4–6,9
2016 (ноябрь)	5,1	0,87	3,4–6,8
2016 (декабрь)	5,1	0,87	3,4–6,8
2017 (январь)	5,1	0,87	3,4–6,8
2017 (февраль)	5,1	0,87	3,3–6,8
2017 (март)	5,0	0,87	3,3–6,8
2017 (апрель)	5,0	0,87	3,3–6,7
2017 (май)	5,0	0,87	3,3–6,7

Окончание табл. 2

Наблюдение	Прогноз	Стандартная ошибка	Доверительный интервал
2017 (июнь)	5,0	0,87	3,2–6,7
2017 (июль)	5,0	0,88	3,2–6,7
2017 (август)	4,9	0,88	3,2–6,7
2017 (сентябрь)	4,9	0,88	3,2–6,6
2017 (октябрь)	4,9	0,88	3,2–6,6
2017 (ноябрь)	4,9	0,88	3,1–6,6
2017 (декабрь)	4,9	0,88	3,1–6,6
2018 (январь)	5,4	0,87	3,3–6,7
2018 (февраль)	5,3	0,87	3,2–6,7
2018 (март)	5,2	0,87	3,2–6,7
2018 (апрель)	5,2	0,87	3,3–6,7
2018 (май)	5,2	0,87	3,3–6,7
2018 (июнь)	5,2	0,87	3,3–6,8
2018 (июль)	5,2	0,89	3,2–6,7
2018 (август)	5,1	0,89	3,2–6,7
2018 (сентябрь)	5,1	0,89	3,3–6,7
2018 (октябрь)	5,1	0,89	3,2–6,6
2018 (ноябрь)	5,1	0,88	3,1–6,6
2018 (декабрь)	5,1	0,88	3,1–6,6

Проведём декомпозицию временно-го ряда значений уровня безработицы в России:

- для исключения влияния сезонной компоненты s_t , т.е. получения модифицированного сезонно скорректированного ряда;
- определения сезонной компоненты s_t и её прогноза;

- получения тренд-циклической компоненты ряда $(I_t + v_t)$;
- выделения случайной составляющей временного ряда u_t ;
- структурного анализа ряда в целом.

На рис. 2, 3, 4 представлены результаты применения процедуры X-12-ARIMA и их графическое отображение.

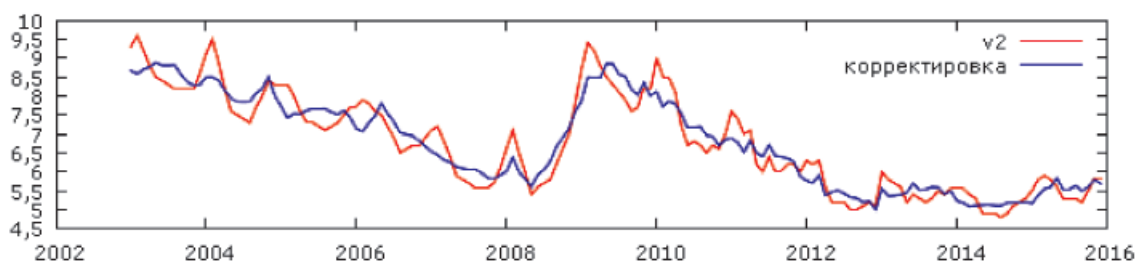


Рис. 2. Графики исходного и сезонно скорректированного ряда уровня безработицы

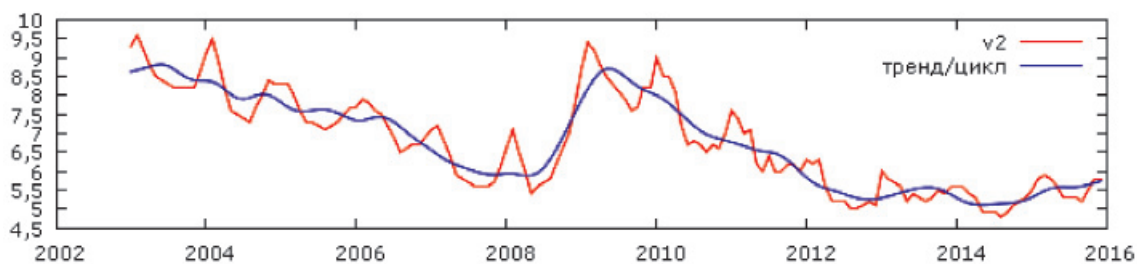


Рис. 3. Графики исходного ряда и тренд-циклической компоненты

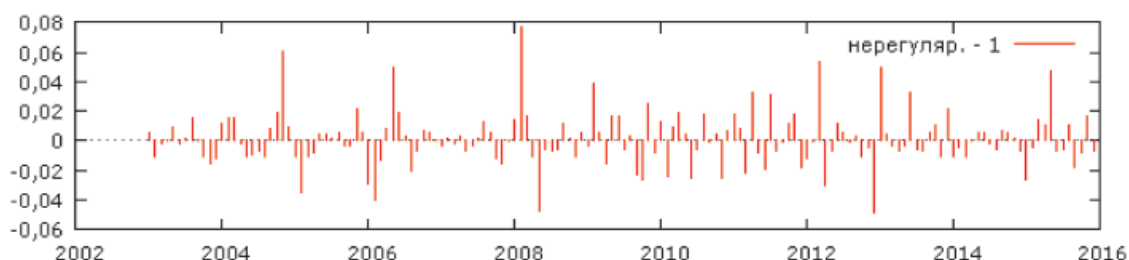


Рис. 4. График случайной составляющей временного ряда уровня безработицы

Заключение

По результатам проведенной декомпозиции временного ряда значений уровня безработицы в России можно сделать следующие выводы:

1. Тренд-циклическая компонента оказывает существенное влияние на формирование уровней ряда, который демонстрирует циклическое поведение. Можно выделить цикл с 6-летним периодом, где пики безработицы приходятся на 2003, 2004 и 2009, 2010 гг., а спад на 2015 г.

2. Временной ряд также существенно подвержен эффекту сезонности, который проявляется с периодом в один год. Сезонная компонента имеет наибольшие значения и оказывает наибольшее влияние на формирование уровней ряда в январе, феврале, марте и апреле, т.е. на увеличение уровня безработицы в данный период. Наименьшее влияние данный фактор оказывает в мае, июне, июле, августе, сентябре, октябре, ноябре, декабре. Данные сезонные эффекты могут отчасти объясняться привлечением дополнительных кадров для выполнения сезонных работ.

3. Влияние случайной составляющей (различных несистематических факторов) незначительно – максимальное значение составило 0,08 в 2008 г.

Проведем дальнейший анализ выявленной сезонности ряда значений уровня безработицы, используя метод коррелограммы. Нами были оценены функции автокорреляции (ACF) и частной автокорреляции (PACF), указав значение максимального периода запаздывания (лага), который не должен превышать 15–20% длины ряда. Оценочные результаты для ряда значений уровня безработицы в России, представленные на рисунке, показывают чистую зависимость между наблюдениями ряда, разнесёнными на 1, 2, 12 и 13 периодов, что позволяет оценить порядок запаздывания процесса n для модели авторегрессии $AR(n) = AR(13)$.

Тест значимости коэффициента автокорреляции, называемый тестом Квенилле (Que nouille), свидетельствует, что если оцениваемый расчётный коэффициент больше критического значения $\pm 1,96/T^{0,5}$ (T – число наблюдений ряда), то присутствует существенная зависимость между процессами для соответствующего лага (запаздывания между процессами). На коррелограмме горизонтальной линией отмечается граница доверительного интервала стандартной погрешности этого коэффициента. За пределы данной границы выходят 1, 2, 12 и 13 значения частной автокорреляционной функции (PACF) (рис. 5).

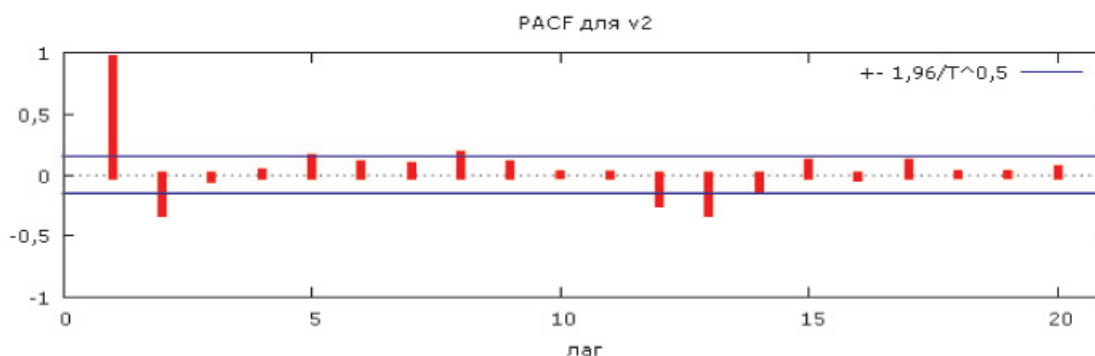


Рис. 5. График зависимости значений частной автокорреляционной (PACF) функции от величины лага

Следовательно, можно сделать вывод о зависимости каждого значения ряда от предыдущего (лаг равен 1), от предшествующего предыдущему (лаг равен 2), а также от значения одноимённого месяца прошлого года (лаг равен 12) и предшествующего ему (лаг равен 13). Таким образом, существует сезонная составляющая в рассматриваемом ряду данных с длиной цикла 12 месяцев. Например, значение ряда в марте зависит от значения ряда в феврале (1), в январе (2), а также от значений ряда в марте (12) и феврале (13) прошлого года. Аналогичная зависимость имеет место для каждого значения ряда.

Список литературы

1. Агенбагян А.Г. Социально-экономическое развитие России: анализ и прогноз // Проблемы прогнозирования. – 2014. – № 4. – С. 3–16.
2. Архангельский Ю.С. Краткосрочный прогноз объемов производства отраслей // Проблемы прогнозирования. – 2012. – № 2. – С. 139–132.
3. Бережная Е.В. Математические методы моделирования экономических систем / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Финансы и статистика. 2003. – 368 с.
4. Гурьянова Л.С. Сценарное прогнозирование динамики социально-экономического развития регионов России // Бизнес-информатика. – 2012. – № 11. – С. 43–47.
5. Исмиханов З.Н. Математическое моделирование временного ряда поступлений налоговых платежей (на материалах Республики Дагестан) // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2010. – Вып. 19 (IV). – С. 61–66.
6. Исмиханов З.Н., Магомедбеков Г.У., Магомедова М.А. Анализ и прогнозирование временного ряда уровня безработицы в России // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 5–2. – С. 410–414.
7. Китова О.В., Колмаков И.В., Шарафутдинова А.Р. Анализ точности и качества краткосрочного прогноза показателей социально-экономического развития России // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2013. – № 9 (63). – С. 111–120.
8. Придворова Е.С. Сравнительный анализ методов прогнозирования социально-экономического развития региона // Научные методы Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – Вып. № 1–1, Т. 25. – С. 5–14.
9. Погосов И.А. Чистый внутренний продукт как основа анализа и прогнозирования развития экономики // Проблемы прогнозирования. – 2013. – № 4. – С. 15–25. Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2013. – № 9 (63). – С. 111–120.

References

1. Agenbagjan A.G. Socialno-jekonomicheskoe razvitiie Rossii: analiz i prognoz // Problemy prognozirovaniija. 2014, no. 4, pp. 3–16.
2. Arhangel'skij Ju.S. Kratkosrochnyj prognoz obemov proizvodstva otraslej // Problemy prognozirovaniija, no. 2, 2012, pp. 139–132.
3. Berezhnaja E.V. Matematicheskie metody modelirovani-ja jekonomicheskikh sistem / E.V. Berezhnaja, V.I. Berezhnoj. M.: Finansy i statistika. 2003. 368 p.
4. Gurjanova L.S. Scenarnoe prognozirovanie dinamiki socialno-jekonomicheskogo razvitiija regionov Rossii // Biznes-informatika, no. 11, 2012, pp. 43–47.
5. Ismihanov Z.N. Matematicheskoe modelirovanie vremennogo rjada postuplenij nalogovyh platyezhej (na materialah Respubliki Dagestan) / Vestnik Dagestanskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta. Tehnicheskie nauki. Vypusk 19 (IV_2010) pp. 61–66.
6. Ismihanov Z.N., Magomedbekov G.U., Magomedova M.A., Analiz i prognozirovanie vremennogo ryada urovnya bezrabotici v Rossii / Fundamentalnie issledovaniya. 2015. no. 5–2. pp. 410–414.
7. Kitova O.V., Kolmakov I.V., Sharafutdinova A.R. Analiz tochnosti i kachestva kratkosrochnogo prognoza pokazatelej socialno-jekonomicheskogo razvitiija Rossii // Vestnik Rossijskogo jekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plehanova. 2013. no. 9 (63). pp. 111–120.
8. Pridvorova E.S. Sravnitelnyj analiz metodov prognozirovaniija socialno-jekonomicheskogo razvitiija regiona // Nauchnye metody Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika. Vypusk no. 1–1, tom 25, 2013. pp. 5–14.
9. Pogosov I.A. Chistyj vnutrennij produkt kak osnova analiza i prognozirovaniija razvitiija jekonomiki // Problemy prognozirovaniija. no. 4, 2013. pp. 15–25. Vestnik Rossijskogo jekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plehanova. 2013. no. 9 (63). pp. 111–120.