

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ БЕЗРАБОТИЦЕЙ И ВВП НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.Д. Вашлаев

a.d.vashlaev@gmail.com

SPIN-код: 6841-1262

И.А. Кочкин

kochkinia@student.bmstu.ru

SPIN-код: 9377-9505

Г.Л. Садовский

sadovskiygl@student.bmstu.ru

SPIN-код: 4769-7419

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Выполнен анализ соотношения между безработицей и валовым внутренним продуктом Российской Федерации в период с 2000 по 2016 г. с использованием линейной модели регрессии, построенной в среде MathWorks, MATLAB Software R2017b (версия 9.3) с применением инструмента Statistics Toolbox R2017b (версия 11.2). Предложено обоснование полученных показателей, таких как численность занятого населения, безработица в процентном отношении к численности трудоспособного населения и число безработных в России. Проведен обзор темпов социально-экономического развития России на 2017 г., а также составлен прогноз валового внутреннего продукта методом точечного прогнозирования.

Ключевые слова

Безработица, валовой внутренний продукт, регрессионная модель, MATLAB, MathWorks, метод точечного прогнозирования, корреляция, макроэкономические показатели, социально-экономическое развитие, демография

Поступила в редакцию 25.02.2018

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018

Введение. В процессе развития современного общества неизбежно возникают особые переходные состояния, к отличительным чертам которых можно отнести ряд признаков: сосуществование старых и новых систем, борьба элементов умирающей и развивающейся экономики и нестабильность, вызванная самой трансформацией общества. В России переходный период пришелся на 1991–1997 гг., когда осуществлялся переход к рыночной экономике и проводились первые экономические реформы. Впоследствии возник ряд экономических и политических проблем, для решения которых требовалось принятие целого комплекса мер, о чем упоминает Е.Т. Гайдар в своих очерках [1]. Несмотря на значительный прогресс в экономическом секторе, имела место так называемая переходная безработица, причинами возникновения которой послужило ухудшение социально-экономической ситуации в государстве [2]. Анализ переходного процесса представляет особый интерес, поскольку сегодня тенденции к изменению экономического уклада становятся особенно заметными.

Увеличение или уменьшение уровня безработицы, его существенное отклонение от естественного значения влечет за собой ряд экономических последствий. В частности, изменение уровня безработицы может явиться причиной спада или прироста валового внутреннего продукта (ВВП) государства.

Основные цели данной работы — поэтапное создание экономико-математической модели линейной регрессии уровня ВВП и анализ взаимосвязи множественных показателей в среде MATLAB Software R2017b (версия 9.3) с использованием пакета прикладных программ Statistics Toolbox R2017b (версия 11.2). Таким образом, в этой статье ставится задача оценить степень влияния количества безработных на показатели ВВП в Российской Федерации. Сводка данных в период с 2000 по 2016 г. по безработице, численности занятого населения и уровню ВВП приведена в таблице. На основании полученных данных разработана регрессионная модель, позволяющая наглядно оценить степень изменения уровня ВВП по отношению к числу безработных и трудоспособному населению.

Главным источником исходных данных послужил сайт Федеральной службы государственной статистики [3]. Расчет ряда показателей, оценка и построение модели линейной регрессии и прогнозирования уровня ВВП выполнены с помощью программной среды MathWorks, MATLAB Software R2017b (версия 9.3), включающей в себя инструмент Statistics Toolbox R2017b (версия 11.2) [3, 4].

ВВП, численность занятого населения, безработица в процентном отношении к численности трудоспособного населения, число безработных в России в период 2000–2016 гг.

Год	ВВП (номинал), трлн долл. США	Общая численность населения, млн человек	Численность занятого населения, млн человек	Численность безработного населения, млн человек	Уровень безработицы, % трудоспособного населения
2000	259,7	146,6	72,8	7,7	10,6
2001	306,6	146,3	71,5	6,4	9,0
2002	345,1	145,2	72,4	5,7	7,9
2003	430,3	145,0	72,3	5,9	8,2
2004	591,0	144,3	73,0	5,7	7,8
2005	764,0	143,8	73,6	5,2	7,1
2006	989,9	143,2	74,4	5,3	7,1
2007	1299,7	142,8	75,3	4,5	6,0
2008	1660,8	142,8	75,7	4,7	6,2
2009	1222,6	142,7	75,7	6,3	8,3
2010	1524,9	142,9	75,5	5,5	7,3
2011	2031,8	142,9	75,8	4,9	6,5
2012	2170,1	143,0	75,7	4,2	5,5
2013	2230,6	143,3	75,5	4,2	5,5
2014	2063,7	143,7	75,4	3,9	5,2
2015	1365,9	146,3	76,6	4,2	5,5
2016	1283,2	146,5	76,6	4,2	5,5

В данном случае под численностью занятого населения понимается количество лиц в возрасте 16 лет и старше, которые в рассматриваемый период времени выполняли работу по найму за вознаграждение, а также иную работу, приносящую доход, или выполняли работу без оплаты на семейном предприятии.

Численность безработного населения — это количество лиц в возрасте 16 лет и старше, которые в течение рассматриваемого периода времени не имели работы (либо занятия, приносящего доход), искали работу или были готовы приступить к работе [5].

Таким образом, уровнем безработицы принято считать процент безработных относительно общей численности гражданской рабочей силы. Как уже упоминалось ранее, интенсивный рост уровня безработицы является негативной тенденцией, которая, в свою очередь, оказывает неблагоприятное воздействие на экономику государства.

Уровень безработицы наравне с долей государственного бюджета в составе ВВП является одним из ключевых факторов, существенно влияющих на объем ВВП, а значит, достижение минимально возможного уровня безработицы будет способствовать обеспечению максимально возможного темпа роста экономики государства.

Интерпретация вводных данных. Анализ ВВП и уровня безработицы.

Для оценки степени зависимости уровня ВВП от численности безработного населения проведен анализ ряда показателей, а результаты вычислений представлены в графическом виде.

На первом шаге вычисляли изменение ВВП Российской Федерации в период 2000–2016 гг. (рис. 1).

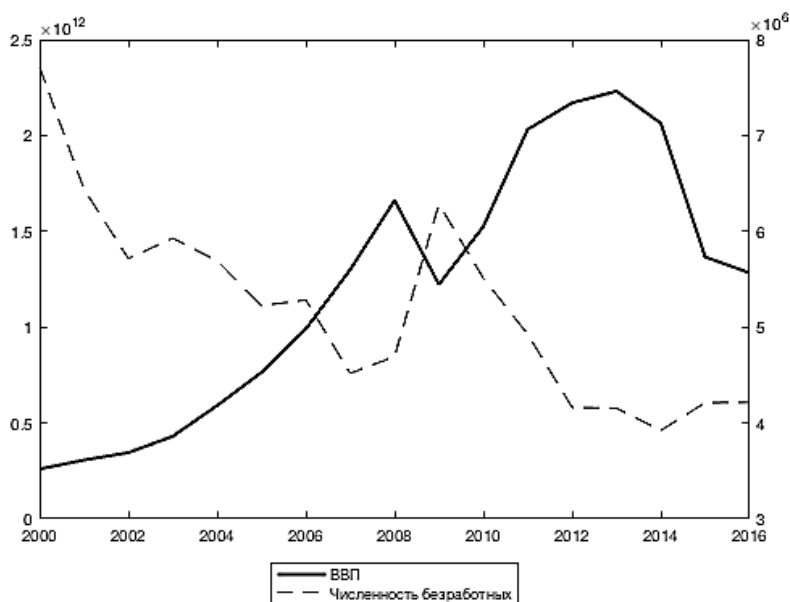


Рис. 1. Динамика ВВП (по левой оси, трлн долл. США) и численности безработных (по правой оси, млн чел.) в России за 2000–2016 гг.

По оси абсцисс X отложены года, по основной оси ординат Y — соответствующее каждому году значение ВВП. На протяжении периода с 2000 по 2008 г. наблюдается постоянный рост ВВП от 4,8 до 8,5 % в год. С 2008 по 2009 г. прослеживается снижение показателя на 7,9 % — это падение произошло из-за резкого сокращения денежной массы рубля с августа 2008 по январь 2009 г., что, в свою очередь, стало причиной кризиса [6]. В последующие четыре года наблюдается увеличение показателей ВВП, однако при прочих равных условиях темпы роста снижались: в 2010 г. — 4,5 %, в 2011 г. — 4,3 %, в 2012 г. — 3,5 %, в 2013 г. — 1,3 %. В начале 2014 г. рост составил всего 0,6 %, и уже в конце того же года снова наблюдался спад на 0,5 %. Такая тенденция продолжается вплоть до 2016 г., когда темпы снижения показателей ВВП значительно замедлились. В 2015 г. ВВП снизился на 2,8 %, в 2016 г. — еще на 0,2 % [3, 6]. Согласно данным, приведенным в статье П.А. Дроговоза [7], в 2017 г. ВВП должен был прибавить 0,6 %, годом позже — уже 1,7 %, а к концу 2019 г. планируется прийти к результату +2,1 %.

На рис. 1 также показана динамика численности безработного населения в период с 2000 по 2016 г. По оси абсцисс X отложены года, по вспомогательной оси ординат Y — численность безработного населения в миллионах человек. Видно, что число безработных из года в год стабильно снижается, за исключением небольшого скачка в 2003 и 2006 гг. и периода кризиса 2008–2009 гг. Ежегодное снижение уровня безработицы является положительной тенденцией для экономики РФ [2]. Отметим, что изменение ВВП обратно пропорционально изменению уровня безработицы — такой вывод наглядно подтверждается графиком.

На следующем шаге проводили анализ населения РФ. На рис. 2 показано изменение доли безработного населения по отношению ко всему населению РФ

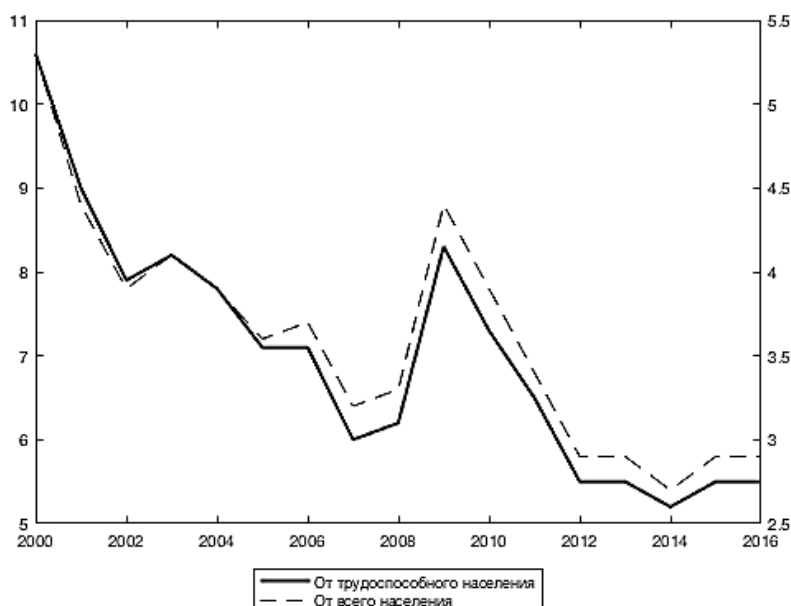


Рис. 2. Динамика доли безработных от трудоспособного населения (по левой оси) и доли безработных от всего населения (по правой оси) в России за 2000–2016 гг. в процентах

за 2000–2016 гг. По оси абсцисс X отложены года, по вспомогательной оси ординат Y — доля безработного населения в процентах. Видно, что уровень безработицы стабильно снижался от уровня 0,4 до 1,1 %, за исключением 2003 г., когда данный показатель возрос на 0,3 % (с 7,9 до 8,2 %), и 2006 г., когда он остался на прежнем уровне — около 7,1 %. В период кризиса 2008–2009 гг. рост безработицы составил 0,2 и 2,1 % для 2008 и 2009 г. соответственно [3, 8].

На рис. 2 также показана динамика доли безработных в процентах от трудоспособного населения за 2000–2016 гг. Чтобы сделать вывод о различиях между уровнем безработицы и численностью безработных в процентах от всего населения, мы получили историческую справку об изменениях в количестве трудоспособного населения. Анализируя промежуток времени с 2000 до 2009 г., можно четко проследить тенденцию к росту численности трудоспособного населения с незначительным спадом в 2001 г. Начиная с 2009 г. наблюдался незначительный спад, который снова сменился стадией роста. Это связано, в частности, с демографической ситуацией в Российской Федерации (СССР до 1991 г.). Прирост трудоспособного населения (свыше 5 млн человек) пришелся на 2005–2011 гг., из них наибольший прирост (4,2 млн человек) был зафиксирован в период с 2007 по 2010 г. В это время 20-летнего возраста достигали поколения 1987–1990 годов рождения, а черту пенсионного возраста перешло население 1942–1945 годов рождения [9]. Таким образом, визуальные различия в графиках объясняются тем фактом, что численность трудоспособного населения по отношению к общей численности населения изменяется нестабильно — наблюдаются как периоды спада, так и периоды роста.

Построение модели линейной регрессии уровня ВВП по отношению к числу безработного населения посредством среды MATLAB Software. Для нахождения взаимосвязи между уровнем ВВП и численностью безработного населения предполагалось использовать метод линейной регрессии.

Линейная регрессия — это статистический метод, используемый для создания линейной модели. Модель описывает зависимость между зависимой переменной y (также называемой откликом) как функцией одной или нескольких независимых переменных x (называемых предикторами). В общем виде модель [10] выглядит следующим образом:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon,$$

где β — вычисляемые линейные параметры; ε — остаточные члены (вектор ошибок).

Для построения графика линейной регрессии была проанализирована взаимосвязь между безработицей и ВВП Российской Федерации (рис. 3). На графике видно, что между показателями ВВП существует обратная зависимость, поскольку с ростом числа безработных уровень ВВП снижается, и наоборот [10].

Для проведения регрессионного анализа в MATLAB использовали функцию `Regstats(x,y,model)`.

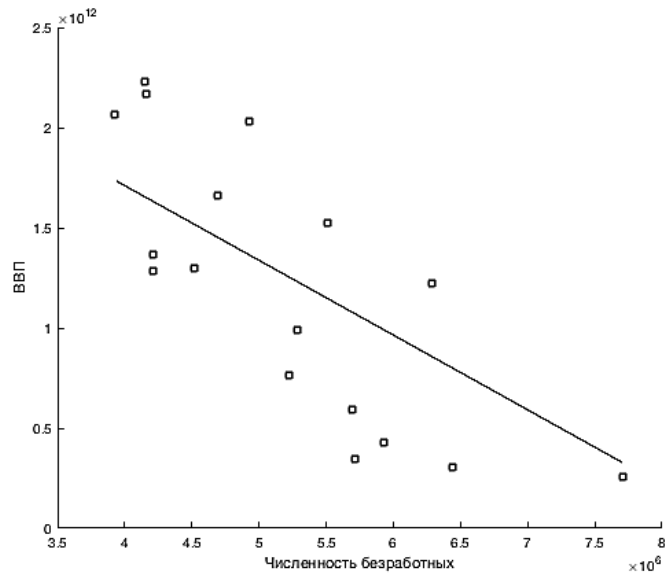


Рис. 3. График линейной регрессии ВВП по отношению к уровню безработицы
Коэффициенты регрессии имели значения

$$\beta_0 = 3\,902\,282\,762\,470,38;$$

$$\beta_1 = -516\,968,645\,624\,459.$$

Уравнение регрессии выглядело следующим образом:

$$\hat{Y} = 3\,902\,282\,762\,470,38 - 516\,968,645\,624\,459 x.$$

Стандартная ошибка составила

$$SE = 443\,250\,870\,935,015.$$

Коэффициент регрессии

$$R = 0,776\,186\,595\,330\,613.$$

Коэффициент детерминации

$$R^2 = 0,602\,465\,630\,770\,929.$$

Для проверки наличия между переменными линейной зависимости проверяют справедливость условий

$$H_0 : \beta_1 = 0;$$

$$H_\alpha : \beta_1 \neq 0$$

с помощью соотношения

$$\frac{\hat{\beta}_1}{SE(\hat{\beta}_1)},$$

где $\hat{\beta}_1$ — коэффициент регрессии (линейный параметр); $SE(\hat{\beta}_1)$ — несмещенная оценка дисперсии регрессии.

С применением средств MATLAB был написан скрипт с функцией *t-stats* для проведения статистического анализа. Стандартная ошибка для переменной, отражающей число безработных для Российской Федерации, составила 108 427,583 024 53. Значение *t*-статистики, составившее $-4,767\ 870\ 233\ 790\ 06$ для вероятности $P = 0,000\ 249\ 113\ 212\ 872\ 011$, означает, что нулевая гипотеза отвергается и можно говорить о существовании линейной зависимости между численностью безработных и внутренним валовым продуктом в Российской Федерации.

Далее проверяют значимость коэффициента корреляции и находят наблюдаемое значение по следующей формуле [11]:

$$T = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}},$$

где r — коэффициент регрессии; n — количество значений выборки; r^2 — коэффициент дисперсии.

В данном случае значимость коэффициента регрессии составила 4,161461374. По формуле критерия Стьюдента было получено критическое значение *t*-статистики, равное 1,761 310 136. Поскольку $T > t_{critical}$, коэффициент корреляции является значимым и в модели присутствует автокорреляция остатков случайных отклонений [11].

Таким образом, проверка остатков случайных отклонений регрессии на наличие авторегрессии показывает, что в выбранной модели регрессии присутствует автокорреляция.

Прогнозирование ВВП. Метод точечного прогнозирования. Предполагалось осуществить прогноз уровня ВВП на основе данных о безработице за 2017 г. Используемые в статье сведения были получены из базы данных Федеральной службы государственной статистики [3]. Вводными данными для прогнозирования ВВП послужило среднее число безработных за три квартала 2017 г. Желаемый уровень прогноза составлял 90 %, таким образом, $a = 10\%$. Было проведено точечное прогнозирование в соответствии с формулой

$$Y_{input} = \beta_0 + \beta_1 input,$$

где *input* — число безработных, для которых прогнозируется ВВП.

На момент написания статьи данные за IV квартал 2017 г. отсутствовали, поэтому было принято решение рассчитать среднюю численность безработных

по трем кварталам 2017 г. Согласно исходным данным [3], численность безработных в России в 2017 г. в миллионах человек (возраст более 15 лет, мужчины и женщины) составила, млн чел.: I квартал — 4,208, II квартал — 3,947, III квартал — 3,87, за IV квартал данных нет, среднее значение по трем кварталам — 3,997. Для этих данных (средний уровень безработицы по трем кварталам 2017 г.) было принято прогнозное значение ВВП, равное 1 835 959 085 909,42. Это значение является допустимым, не выходящим за пределы предварительных данных.

Также необходимо рассчитать стандартную погрешность для прогнозного значения. Цель расчетов — оценить точность проводимого прогноза.

Формула для расчета стандартной ошибки для прогнозного значения [12] выглядит следующим образом:

$$SE_{\hat{Y}_{pred}} = S^2 \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_x^2(n-1)}}.$$

Прогнозный интервал [12, 13] принимает следующий вид:

$$\hat{Y}_{pred} \pm t_{1-\alpha/2, n-2} SE_{\hat{Y}_{pred}}.$$

Таким образом, значение t -статистики составило 1,7396.

Для вычисления стандартной погрешности прогноза вычисляют значение и отклонение параметра, определяющего численность безработного населения:

$$\bar{x} = 5\,536\,933,563;$$

$$S_x^2 = 1\,044\,478\,870\,243,38.$$

После проведения всех необходимых предварительных вычислений выполняют непосредственный расчет средней ошибки прогнозируемого индивидуального значения:

$$SE_{\hat{Y}_{pred}} = 1;$$

$$SE_{\hat{Y}_{pred}} = 1119879,911.$$

Заметим, что стандартная погрешность прогноза немного больше, чем стандартная погрешность [13]. Однако это допускается и не является ошибкой.

Предел погрешности составил 1948143,093.

Заключение. Полученные статистические данные позволяют оценить текущее состояние экономики Российской Федерации, пережившей мировой финансовый кризис 2008–2009 гг. (на графиках ясно прослеживаются спад уровня ВВП и рост безработицы в тот период времени), как подающее большие надежды.

В ходе исследования подтверждено наличие корреляции между уровнем ВВП и численностью безработного населения. Прослеживается обратная зависимость между вышеупомянутыми показателями — с ростом числа безработ-

ных уровень ВВП снижается, что, в свою очередь, наглядно подтверждается построенными графиками.

На основании результатов, полученных в ходе регрессионного анализа, можно сделать вывод, что для сохранения текущих темпов роста экономики (в частности, темпов роста ВВП) и грамотного формирования государственного бюджета необходима точная регулировка уровня безработицы в стране — критически важно определить максимально допустимое значение этого показателя, при котором возможно не только сохранение существующего уровня ВВП, но и его потенциальный рост. Другими словами, уровень безработицы является одним из сдерживающих факторов развития экономики в целом и ВВП в частности.

Литература

- [1] Гайдар Е.Т., ред. *Экономика переходного периода. Очерки экономической политики посткоммунистической России 1991-1997*. Москва, ИЭПП, 1998, 1114 с.
- [2] Ефимова Л.А. Занятость и безработица в России. *Региональная экономика: теория и практика*, 2015, № 20(395), с. 14–22.
- [3] Занятость и безработица.
URL:
http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/# (дата обращения 15.02.2018).
- [4] Analyze and model data using statistics and machine learning.
URL: <https://www.mathworks.com/products/statistics.html>
(дата обращения 15.02.2018).
- [5] Методика расчета показателя «Общая численность безработных, в процентах к экономически активному населению». URL: <http://www.gks.ru/metod/met-pril/met-pr4.doc>
(дата обращения 15.02.2018).
- [6] Блинов С. Причины падения и возможности роста.
URL: <http://expert.ru/2013/12/24/prichinyi-padeniya-i-vozmozhnosti-rosta/>
(дата обращения 15.02.2018).
- [7] Дроговоз П.А., Горбачев А.С., Кутузова А.А. Эконометрическая оценка степени влияния нефтегазовых факторов на формирование федерального бюджета России. *Аудит и финансовый анализ*, 2017, № 1, с. 74–85.
- [8] Цветков В.А., Аносова Л.А., Зойдов К.Х., Большаков А.В. Мониторинг экономического развития России в период с 1991 по 2010 гг.: опыт циклического анализа макроэкономической динамики. *Annual Report on BRICS' Social-Economic Development*. Social Sciences Academic Press, 2011, 39 p.
- [9] В демографии России немало подводных камней.
URL: <https://iq.hse.ru/news/177665348.html> (дата обращения 15.02.2018).
- [10] Карп Д.Б. *Эконометрика: основные формулы с комментариями*. Владивосток, ДВГАЭУ, 2004, 50 с.
- [11] Шанченко Н.И. *Эконометрика: лабораторный практикум*. Ульяновск, УлГТУ, 2011, 117 с.
- [12] Hoffmann J.P. Linear regression analysis: assumptions and applications.
URL:
https://www.researchgate.net/publication/228896673_Linear_Regression_Analysis_Assumptions_and_Applications (дата обращения 15.02.2018).

[13] Дрейпер Н., Смит Г. *Прикладной регрессионный анализ*. Киев, Диалектика-Вильямс, 2007, 912 с.

Вашлаев Андрей Дмитриевич — студент кафедры «Предпринимательство и внешнеэкономическая деятельность», инженер кафедры «Предпринимательство и внешнеэкономическая деятельность», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Кочкин Илья Алексеевич — студент кафедры «Предпринимательство и внешнеэкономическая деятельность», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Садовский Григорий Леонидович — студент кафедры «Предпринимательство и внешнеэкономическая деятельность», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Павел Анатольевич Дроговоз, доктор экономических наук, заведующий кафедрой «Предпринимательство и внешнеэкономическая деятельность», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**QUANTITATIVE EXAMINATION OF THE RELATION BETWEEN
UNEMPLOYMENT AND GROSS DOMESTIC PRODUCT AS EXEMPLIFIED
BY THE RUSSIAN FEDERATION**

A.D. Vashlaev

a.d.vashlaev@gmail.com

SPIN-code: 6841-1262

I.A. Kochkin

kochkinia@student.bmstu.ru

SPIN-code: 9377-9505

G.L. Sadovskiy

sadovskiygl@student.bmstu.ru

SPIN-code: 4769-7419

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The article analyzes the relation between unemployment and gross domestic product of the Russian Federation in the period from 2000 to 2016 using the linear model of regression constructed in the MathWorks, MATLAB Software R2017b (version 9.3) environment with the application of the tool StatisticsToolbox R2017b (version 11.2). We provide a rationale for the obtained indexes such as the employed population, the unemployment as a percentage of the working-age population and the number of unemployed persons in Russia. The authors undertake the review of the pace of Russia's socioeconomic development in 2017 and also make a forecast of gross domestic product by means of the selective forecasting method.

Keywords

Unemployment, gross domestic product, model of regression, MATLAB, MathWorks, selective forecasting method, correlation, macroeconomic indices, socioeconomic development, demography

© Bauman Moscow State Technical University, 2018

References

- [1] Gaydar E.T., ed. *Ekonomika perekhodnogo perioda. Ocherki ekonomicheskoy politiki postkommunisticheskoy Rossii 1991–1997* [Interregnum economy. Economic policy sketches of post-communist Russia in 1991–1997]. Moscow, IEPP publ., 1998, 1114 p.
- [2] Efimova L.A. Employment and unemployment in Russia. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice], 2015, no. 20(395), pp. 14–22.
- [3] Zanyatost' i bezrabortitsa [Employment and unemployment]. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_for ce/# (accessed 15 February 2018).
- [4] Analyze and model data using statistics and machine learning. Available at: <https://www.mathworks.com/products/statistics.html> (accessed 15 February 2018).
- [5] Metodika rascheta pokazatelya "Obshchaya chislennost' bezrabortnykh, v protsentakh k ekonomicheski aktivnomu naseleniyu" [Calculation method of the "total number of the unemployed in percentage of active population" factor]. Available at: <http://www.gks.ru/metod/met-pril/met-pr4.doc> (accessed 15 February 2018).
- [6] Blinov S. Prichiny padeniya i vozmozhnosti rosta [Causes of the fall and opportunities for growth]. Available at: <http://expert.ru/2013/12/24/prichinyi-padeniya-i-vozmozhnosti-rosta/> (accessed 15 February 2018).

- [7] Drogovoz P.A., Gorbachev A.S., Kutuzova A.A. An econometric assessment of the impact of non-oil factors on the formation of the federal budget of Russia. *Audit i finansovyy analiz*, 2017, no. 1, pp. 74–85.
- [8] Tsvetkov V.A., Anosova L.A., Zoidov K.Kh., Bol'shakov A.V. Monitoring ekonomicheskogo razvitiya Rossii v period s 1991 po 2010 gg.: opyt tsiklicheskogo analiza makroekonomicheskoy dinamiki [Monitoring of the Russian economic development from 1991 to 2010: experience of periodic analysis of macroeconomic dynamics]. *Annual Report on BRICS' Social-Economic Development*. Social Sciences Academic Press, 2011, 39 p.
- [9] V demografii Rossii nemalo podvodnykh kamney [There are quite a number of milestones in Russian demography]. Available at: <https://iq.hse.ru/news/177665348.html> (accessed 15 February 2018).
- [10] Karp D.B. Ekonometrika: osnovnye formuly s kommentariyami [Econometrics: main expressions with comments]. Vladivostok, DVGAEU publ., 2004, 50 p.
- [11] Shanchenko N.I. Ekonometrika: laboratornyy praktikum [Econometrics: laboratory practicum]. Ul'yanovsk, UISTU publ., 2011, 117 p.
- [12] Hoffmann J.P. Linear regression analysis: assumptions and applications. Available at: https://www.researchgate.net/publication/228896673_Linear_Regression_Analysis_Assumptions_and_Applications (accessed 15 February 2018).
- [13] Draper N.R., Smith H. Applied Regression Analysis. Wiley, 1998, 736 p. (Russ. ed.: Prikladnoy regressionnyy analiz. Kiev, Dialektika-Vil'yams publ., 2007, 912 p.)

Vashlaev A.D. — student, engineer of Entrepreneurial Management and Foreign Economic Activity Department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Kochkin I.A. — student, Department of Entrepreneurial Management and Foreign Economic Activity, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Sadovskiy G.L. — student, Department of Entrepreneurial Management and Foreign Economic Activity, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — P.A. Drogovoz, Dr. Sc. (Econ.), Head of Entrepreneurial Management and Foreign Economic Activity Department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.