DOI: 10.14451/1.216.122

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ КРИЗИСОВ НА ДИНАМИКУ БЕЗРАБОТИЦЫ В РОССИИ*

© 2022 **Толмачев Михаил Николаевич**
доктор экономических наук, профессор Департамента бизнес-аналитики
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Россия, Москва,
E-mail: MNTolmachev@fa.ru
© 2022 **Цыпин Александр Павлович**
кандидат экономических наук, доцент Департамента бизнес-аналитики
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
E-mail: aptsypin@fa.ru

Развитие экономической системы России в 1990–2022 гг. столкнулось с шестью кризисами, которые имели как мировые, так и локальные масштабы. Последним кризисом, через который прошла российская экономика, был ковид-кризис, который отличается от предшествующих природой возникновения. Вопрос оценки ущерба от кризисов является одной из актуальных задач, решаемых экономической наукой. Цель исследования заключается в разработке эконометрической модели, направленной на построение адекватных прогнозов уровня безработицы с учетом всех особенностей динамики временного ряда. В качестве основных результатов исследования можно назвать следующие: последствия ковид-кризиса схожи с последствиями финансового кризиса 2008 года, но менее разрушительны для экономики, при этом основное воздействие испытывала российская промышленность; воздействие ковид-кризиса на рынок труда отразилось в росте уровня безработицы, который был больше чем в 2015 году, но меньше чем в 1999 г. и 2009 г.; прогноз уровня безработицы на четыре квартала 2022 года на основе эконометрических моделей показал стабилизацию ситуации и возврат уровней временного ряда к докризисным значениям.

***Ключевые слова**: макроэкономическая динамика, безработица, эконометрические модели, циклы, кризисы.*

Переход России в 1990-х годах к рыночной экономике породил массу новых явлений и процессов, одним из которых является безработица, рост уровня которой является наглядным индикатором замедления экономики [11]. Однако в России существует еще одна причина массового высвобождения рабочей силы из экономики — это периодические локальные и мировые кризисы. Шоковое воздействие на экономику мгновенно отражается на российском рынке труда, так как частный и государственный секторы, пытаясь сократить свои издержки под натиском кризиса, прибегают к массовым увольнениям сотрудников [10]. Не исключением является воздействие ковид-кризиса, при этом количественные параметры схожи с предшествующими кризисами, но качественная основа и последствия совершенно разные. В этой связи считаем, что тема исследования является актуальной в настоящее время не только в России, но и во всем мире.

В ходе проводимого исследования, на базе официальных данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат) будем тестировать следующую рабочую гипотезу — влияние воздействий ковид-кризиса на российский рынок труда отличается от предшествующих стресс-шоков в силу неэкономической природы текущего кризиса.

В ходе исследования были использованы

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00681. (₽)

ряд общенаучных методов, в частности анализ, синтез, метод сравнения и исторический, а также математико-статистические: табличный, графический, коэффициентный, регрессионный анализ и адаптивные методы краткосрочного прогнозирования.

При рассмотрении временного ряда уровня безработицы в России структуру ряда будем рассматривать с позиции пяти элементов, согласно представлению В. А. Бессонова [1]:

$$Y(t) = C(t) + S(t) + I(t) + TZ(t) + U(t) + E(t),$$

где $C(t)$ – календарная компонента; $S(t)$ – сезонная компонента; $I(t)$ – случайная компонента; $TZ(t)$ – тренд-циклическая компонента, которую можно разложить на $T(t)$ долговременный тренд и $Z(t)$ цикл; $U(t)$ – ситуационная составляющая; $E(t)$ – случайная составляющая временного ряда, содержащая неучтенные колебания.

Статистическое исследование всплеска безработицы под влиянием ковид-кризиса, а также сопоставление уровня подъема с предшествующими кризисами, будет осуществлено на основе ряда методов:

1. Модель № 1. Моделирование динамики с помощью экспоненциального сглаживания. Позволяет оперативно учесть изменения уровней временного ряда и адаптировать рабочую модель. Экономическая теория утверждает, что в долгосрочной перспективе безработица имеет тенденцию к снижению, помимо этого в уровнях содержится внутригодовая сезонность, таким образом, для моделирования используем трехпараметрическую модель (модель Винтерса):

$$\begin{cases} S_t = \alpha\left(\frac{y_t}{F_{t-L}}\right) + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \\ b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \\ F_t = \gamma\left(\frac{y_t}{S_t}\right) + (1-\gamma)F_{t-L} \end{cases}$$

где: y_t – фактические уровни динамического ряда; S_t – уровни, сглаженные в контурной временной точке; F_t – компонента, отражающая фильтрацию сезонной составляющей; b_t – выровненная оценка угла наклона линейного тренда; L – частота измерения уровней внутри отдельно взятого года, характеризует сезонность (в нашем случае используются квартальные данные, соответственно L = 4 дней); α, β, γ – константы, отвечающие за сглаживание долговременной, сезонной и случайной компоненты временного ряда.
2. Модель № 2. Моделирование уровней на основе кусочно-линейной модели с фиктивными переменными позволяет учесть ситуационную составляющую временного ряда, которая в нашем случае отражает последствия кризисных явлений. В общем виде модель будет иметь следующий вид:

$$y' = a_0 + a_1 t + a_2 d$$

где: a_0, a_1, a_2 – неизвестные (оцениваемые) параметры эконометрической модели; t – дискретная переменная, отражающая принадлежность уровня ряда к определенному моменту (периоду) времени; d – фиктивная переменная, характеризующая изменение свободного члена уравнения в точку t', определяемая следующим образом: 1, если $t > t'$; 0, если $t \leqslant t'$.
3. Модель № 3. SARIMA-модель с учетом сезонности (Seasonal ARIMA) применяется для моделирования нестационарных временных рядов, имеющих долговременную тенденцию и сезонную волну [3]:

$$SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)m$$

где: p – порядок авторегрессии тренда; d – порядок изменения тренда; q – тренд скользящей средней; P – сезонный порядок авторегрессии; D – порядок сезонных разниц; Q – сезонный порядок скользящих средних; m – количество временных шагов за один сезонный период, в нашем случае $m = 4$. Подробнее с особенностями построения данной модели можно ознакомиться в монографии М. Л. Кричевского [4].

Оценка качества моделирования по трем конкурирующим моделям будет осуществляться на

основе средней ошибки аппроксимации (MAPE). Считается, чем меньше значение показателя, тем лучше модель аппроксимирует фактические уровней исследуемого временного ряда.

Российская Федерация существует с 1991 года, и весь период существования страны ее экономическая система подвергается воздействию внешних (глобальных) и внутренних шоков [2]. Реакция экономики на эти кризисные ситуации прогнозируема и отражается в снижении (или резком падении) значений ключевых макроэкономических индикаторов. Аналитики и эксперты связывают подобную реакцию с «незрелостью» экономики страны, подробно эта проблема рассмотрена в работе коллектива авторов Cazes S., Verick Sh., Hussami F. A. [8]. Последний кризис, пережитый Россией и прочими странами мира, датируемый 2019–2020 гг. и связанный с распространением пандемии вируса Covid-19, также негативно повлиял на динамику многих экономических показателей.

Говоря о кризисах, воздействующих на экономику России, можно обратиться к сведениям, приведенным в таблице 1 и проанализировать хронологию шоковых воздействий.

Российская экономика на протяжении более 30 лет регулярно испытывает шоковые воздействия, с периодичностью раз в пять лет, которые тормозят ее поступательное развитие.

В отличие от предшествующих кризисов, ковид-кризис имеет биологическую природу и, несмотря на имевшиеся в истории прецеденты, российская экономика не была готова к событиям, разворачивавшимся в процессе нарастания кризисной ситуации. Основные макроэкономические индикаторы изменили свою динамику, ВВП и покупательная способность снизились, предприятия в массовом порядке свернули бизнес, вырос показатель просроченной задолженности по кредитам, скачкообразно увеличилось количество безработных и т. д. Отсюда следует, что оценка воздействия ковид-кризиса на экономику России и в частности на уровень безработицы является одной из приоритетных задач, решаемых экономической наукой в целом и статистикой в частности [5].

Приведенная на рисунке 1 динамика указывает на снижение в долговременной перспективе уровней временного ряда безработицы в России, но при этом выделяются локальные всплески, которые связаны с воздействием кризисов. Кризис 2008 года привел к росту безработицы с 6,2% (в 2008 г.) до 8,5% (в 2009 г.), а за I квартал 2010 г. уровень безработицы составил 8,7%. К сведению, наибольшее значение за последние тридцать лет было зафиксировано в 1998 году, равное 13,3%, что также можно считать последствием кризиса. «Всплески» наблюдаются в 2015 г., как отголоски кризиса 2014 г. И, наконец, ковид-кризис стал причиной роста значения до 6,4% (III квартал 2020 г.).

На рисунке 2 приведены результаты построения трехпараметрической модели экспоненциального сглаживания.

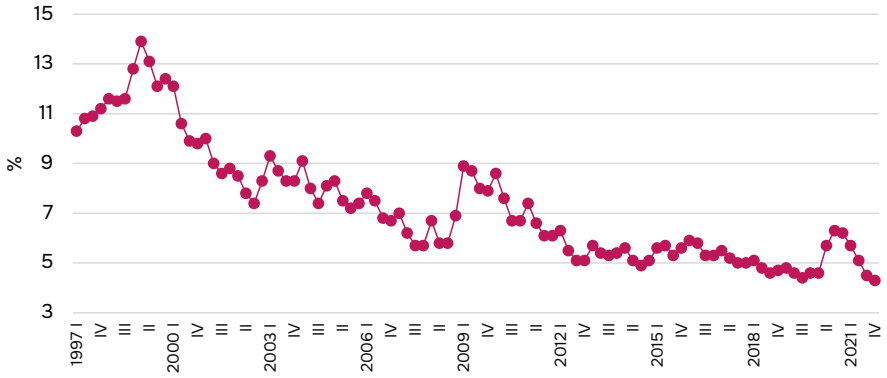

Рис. 1. Динамика уровня безработицы в России, %.
Источник: составлено авторами на основе сведений портала ЕМИСС.
Режим доступа: https://www.fedstat.ru/.

Таблица 1: Внешние и локальные кризисы в экономике Российской Федерации.

1990–1995 1992–1995	1995–2000 1998	2000–2005	2005–2010 2008	2010–2015 2014	2015–2020 2020	2021–2025 2022
Трансформаторный спад	Экономический кризис	Без кризиса	Финансовый кризис	Валютный кризис	Ковид-кризис	«Шквал санкций»

Источник: авторская разработка.

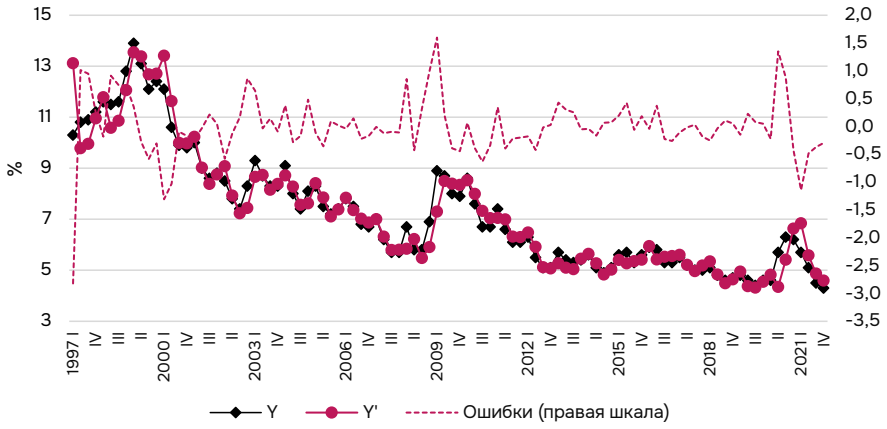

Рис. 2. Результаты экспоненциального сглаживания на основе трехпараметрической модели уровня безработицы в России, %.
Источник: составлено авторами на основе сведений портала ЕМИСС.
Режим доступа: https://www.fedstat.ru/.

В результате моделирования с применением пакета STATISTICA была получена модель, характеризующаяся следующими константами: $\alpha = 0{,}9, \beta = 0{,}1, \gamma = 0{,}1$. Значение показателя MAPE для построенной модели равно 4,67%, что можно считать удовлетворительным результатом аппроксимации.

Далее построим кусочно-линейную модель, для этого используем относительно стабильный участок развития изучаемого временного ряда – Q1.2015-Q4.2021 гг., при этом в качестве точки перелома будем использовать Q1.2020 (воздействие ковид-кризиса). Результаты оценки параметров модели приведены на рисунке 3.

Полученные характеристики модели указывают, что в России ковид-кризис привел к скачку безработицы (положительное значение коэффициента при переменной d). Также стоит указать на приемлемое значение коэффициента детерминации ($R^2 = 0{,}48$) при незначительном объеме уровней, участвующих в анализе. Средняя ошибка аппроксимации MAPE $= 5{,}00$ – это свидетельствует о высокой подгонке прогнозных значений к исходным уровням безработицы.

Для получения прогнозов на период 2022 гг. необходимо в оцененную модель подставить номера будущих периодов, а также значения фиктивных переменных. Помимо этого, учтем в предсказанных значениях присутствие сезонности, для этого используем индексы сезонности: $Q1 = 1{,}003, Q2 = 1{,}013, Q3 = 0{,}984, Q4 = 1{,}000$. Результаты расчета приведены в таблице.

Перейдем к оценке параметров SARIMA. Наиболее проблемным местом является подбор параметров модели. Классический подход основан на анализе автокорреляционной функции, но данный процесс труднореализуем на практике и в большей степени основан на знаниях и опыте исследователя. Для снижения затрат на подбор оптимальных параметров воспользуемся поиском по сетке решений, в результате наилучшей моделью признана SARIMA$(2, 0, 2)(0, 1, 1)[4]$, у которой наблюдалось самое маленькое значение информационного критерия Акайке: AIC $= 109{,}992$.

В результате оценки параметров модели в па-

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	28
				F(2, 25)	=	11.65
Model	4.00037341	2	2.0001867	Prob > F	=	0.0003
Residual	4.29391231	25	.171756492	R-squared	=	0.4823
				Adj R-squared	=	0.4409
Total	8.29428571	27	.307195767	Root MSE	=	.41444

y	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
t	-.0738331	.0155864	-4.74	0.000	-.105934	-.0417322
d	1.193663	.2786988	4.28	0.000	.6196723	1.767654
_cons	5.915248	.1880735	31.45	0.000	5.527903	6.302592

Рис. 3. Оценка параметров кусочно-линейной модели динамики безработицы России, %.
Примечание: приведена выгрузка результатов расчета в пакете STATA.

Sample: 1998q1 - 2021q4 — Number of obs = 96
Log likelihood = -47.36011 — Wald chi2(5) = 2942.55; Prob > chi2 = 0.0000

S4.Y	Coef.	OPG Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
Y						
_cons	-.2740006	.0859342	-3.19	0.001	-.4424286	-.1055726
ARMA						
ar						
L1.	1.81867	.074303	24.48	0.000	1.673038	1.964301
L2.	-.873978	.0644287	-13.57	0.000	-1.000256	-.7477
ma						
L1.	-.4941351	.1469	-3.36	0.001	-.7820537	-.2062164
L2.	-.3099116	.1246988	-2.49	0.013	-.5543167	-.0655065
ARMA4						
ma						
L1.	-.6266708	.1235065	-5.07	0.000	-.8687391	-.3846025
/sigma	.3864192	.0252365	15.31	0.000	.3369566	.4358818

Рис. 4. Оценка параметров SARIMA$(2,0,2)(0,1,1)[4]$ динамики безработицы России, %.
Примечание: приведена выгрузка результатов расчета в пакете STATA.

кете STATA получаем характеристики, представленные на рисунке 4.

Все параметры модели статистически значимы, о чем свидетельствует низкое значение p-уровня. Также стоит указать на низкое значение MAPE, равное 4,34, что указывает на удовлетворительную подгонку теоретических уровней, продуцируемых SARIMA к фактическим данным.

На основе оцененных моделей был построен прогноз на четыре квартала 2022 года. Результаты прогнозирования сравнимы с фактическими данными за Q1–Q3.2022 года (таблица 2).

Приведенные прогнозные уровни безработицы в России указывают на постепенное снижение безработицы в стране, что согласуется с фактическими уровнями за период Q1–Q3.2022. На наш взгляд, полученные прогнозы адекватны поведению рассматриваемого макроэкономического индикатора, так после резкого всплеска наступало постепенное снижение показателей. Таким образом, полученные результаты можно считать удовлетворительными.

Также стоит отметить, что, опираясь на значения MAPE и фактические уровни безработицы за период Q1–Q3.2022, из трех конкурирующих моделей наилучшей можно признать SARIMA. Можно сделать вывод, что адаптивные методы краткосрочного прогнозирования наилучшим образом справляются с моделированием временных рядов со сложной структурой.

Обобщая результаты исследования влияния кризисов на динамику российской безработицы, можно сделать ряд выводов:

– динамика уровня безработицы в России проявляет одну отличительную особенность, ко-

Таблица 2: Результаты прогнозирования уровня безработицы в России, %.

Период (год / квартал)		Уровень безработицы в России	Прогноз		
			Модель Винтерс: $\alpha = 0{,}9, \beta = 0{,}1, \gamma = 0{,}1$	**Кусочно-линейная модель**	SARIMA (2,0,2) (0,1,1)[4]
2022	Q1	4,2	4,52	5,04	3,99
	Q2	4	4,09	4,98	3,76
	Q3	3,8	3,82	4,95	3,46
	Q4	–	3,9	4,74	3,36
MAPE, %		–	4,67	5	4,34

Источник: рассчитано в пакетах STATISTICA и STATA на основе сведений портала ЕМИСС. Режим доступа: https://www.fedstat.ru.

торая заключается в значительном росте значений после кризиса 1998 г., при этом ковид-кризис высвобождает трудовые ресурсы из традиционных отраслей экономики и перераспределяет их в ИТ-сфере и сфере услуг;

– для моделирования сложной динамики уровня безработицы в России, имеющей несколько структурных сдвигов, наилучшим образом подходят модели адаптивного прогнозирования в частности SARIMA-модель, которая показывает наименьшую среднюю ошибку аппроксимации и близкие к фактическим данным прогнозные уровни.

Проведенное исследование позволяет с уверенностью сказать, что влияние ковид-кризиса на российский рынок труда имеет свои особенности и тем самым отличается от предшествующих стресс-шоков, в частности нарастает дифференциация на рынке труда [7], наблюдается значительный отток трудовых мигрантов из больших городов, а также России в целом, происходит «перелив» трудовых ресурсов из одних отраслей экономики в другие.

Библиографический список

1. *Бессонов В. А.* Введение в анализ российской макроэкономической динамики переходного периода. — М. : Ин-т экономики переход. периода, 2003. — 151 с.
2. *Блинова Т. В.*, *Русановский В. А.*, *Марков В. А.* Оценка реакции циклической безработицы на экономический спад и восстановительный рост в России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2020. — Т. 13, № 6. — С. 184–198.
3. Как искать в сетке гиперпараметры модели SARIMA для прогнозирования временных рядов в Python / Машинное обучение, нейронные сети, искусственный интеллект. — URL: https://machinelearningmastery.ru/how-to-grid-search-sarima-model-hyperparameters-for-time-series-forecasting-in-python (дата обр. 22.11.2022).
4. *Кричевский М. Л.* Временные ряды в менеджменте. Часть 2: монография. — М. : Русайнс, 2016. — 232 с.
5. *Толмачев М. Н.*, *Цыпин А. П.* Сравнительный анализ межрегиональных различий рынка труда России по уровню безработицы в восходящей и нисходящей фазах бизнес-цикла // Экономические науки. — 2021. — № 204. — С. 321–327. — DOI: 10.14451/1.204.321.
6. *Karabchuk T.* Unemployment in Russia: structure and dynamics in recent years // Russland-Analysen. — 2010. — № 200. — С. 2–4. — URL: https://publications.hse.ru/en/articles/68273837.
7. Analysis of current trends of employment diversification at the international level / A. Petrov [et al.] // Case study of pharmacy industry Systematic Reviews in Pharmacy. — 2020. — 11 (12). — P. 1383–1390. — URL: https://www.sysrevpharm.org/articles/analysis-of-current-trends-of-employment-diversification-at-the-international-level-case-study-of-pharmacy-industry.pdf.
8. *Cazes S.*, *Verick S.*, *Hussami F. A.* Why did unemployment respond so differently to the global financial crisis across countries? Insights from Okun's Law // IZA Journal of Labor Policy. — 2013. — Aug. — Vol. 2, no. 1. — DOI: 10.1186/2193-9004-2-10.

9. *Firsova A. A.*, *Tsypin A. P.* Assessment of structural changes in the spatial innovative development of Russian regions // Journal of Physics: Conference Series. — 2021. — Feb. — Vol. 1784, no. 1. — P. 012011. — DOI: 10.1088/1742-6596/1784/1/012011.

10. Influence of world social and economic indicators' interlinkage on the development of human potential / E. Y. Churilova [et al.] // Journal of International Studies. — 2019. — Dec. — Vol. 12, no. 4. — P. 79–99. — DOI: 10.14254/2071-8330.2019/12-4/6.

11. *Rusanovskiy V. A.*, *Markov V. A.* Influence of the spatial factor on the regional differentiation of unemployment in the Russian economy // Studies on Russian Economic Development. — 2016. — Aug. — Vol. 27, no. 5. — P. 593–604. — DOI: 10.1134/s1075700716050129.

12. *Shirnaeva S. Y.*, *Sukhanova E. I.*, *Repina E. G.* Regional Differentiation Of Unemployment Rate In The Russian Federation: Econometric Analysis // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. — European Publisher, 03/2020. — DOI: 10.15405/epsbs.2020.03.81. — URL: https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.03.81.

13. *Tikhomirova T. M.*, *Nechetova A. Y.* Models for the short-term and mid-term forecasting of the unemployment rate // Espacios. — 2019. — Vol. 40, no. 30. — P. 1–12. — URL: http://www.revistaespacios.com/a19v40n30/a19v40n30p01.pdf.