

Голованов, О.А. Ретроспективный анализ влияния пандемии COVID-19 на социально-экономическое развитие региона (на примере Свердловской области) / О.А. Голованов, А.Н. Тырсин // Прикладная математика и вопросы управления. – 2023. – № 1. – С. 61–71. DOI: 10.15593/2499-9873/2023.1.04

Библиографическое описание согласно ГОСТ Р 7.0.100–2018

Голованов, О. А. Ретроспективный анализ влияния пандемии COVID-19 на социально-экономическое развитие региона (на примере Свердловской области) / О. А. Голованов, А. Н. Тырсин. – текст : непосредственный. – DOI: 10.15593/2499-9873/2023.1.04 // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2023. – № 1. – С. 61–71.



ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА
И ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ

№ 1, 2023

<https://ered.pstu.ru/index.php/amcs>



Научная статья

DOI: 10.15593/2499-9873/2023.1.04

УДК 519.86:338.054.23:519.21



РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

О.А. Голованов¹, А.Н. Тырсин^{1,2,3}

¹Институт экономики Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Россия

²Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

³Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия

О СТАТЬЕ

Получена: 30 ноября 2022

Одобрена: 05 декабря 2022

Принята к публикации:

10 марта 2023

Финансирование

Работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института экономики Уральского отделения РАН.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

равноценен.

Ключевые слова:

пандемия, COVID-19, ретроспективный анализ, социально-экономические показатели, тренд, регион, прогноз.

АННОТАЦИЯ

Пандемия COVID-19 затронула многие стороны жизни людей и территорий. Она оказывает дестабилизирующее влияние на экономику за счет факторов как прямого, так и косвенного действия. Для выработки эффективной политики для борьбы с подобными чрезвычайными явлениями представляется актуальной проблема изучения ее последствий.

Для формирования эффективных мер реагирования на последствия пандемии крайне необходим адекватный научный инструментарий их оценки. Во многих проведенных исследованиях оценка влияния пандемии проводилась без учета сложившихся ранее социально-экономических тенденций в регионах.

Целью статьи является проведение ретроспективного анализа последствий экономической нестабильности, вызванной пандемией COVID-19, на социально-экономическое развитие региона на примере Свердловской области. Были проанализированы ежемесячные значения двенадцати основных социально-экономических показателей с января 2016 г. по декабрь 2021 г. Исследование основано на использовании для прогноза моделей регрессии с фиктивными переменными и сезонной авторегрессии, которые позволяют учитывать сезонную зависимость социально-экономических показателей.

Для определения сезонности отдельных показателей использованы графический метод, автокорреляционные коррелограммы и спектральный анализ. При определении однородности между прогнозными и фактическими значениями в период пандемии применены параметрический критерий Стьюдента и непараметрический критерий Уилкоксона, что позволило получить статистически значимый результат вне зависимости от нормальности сравниваемых совокупностей.

Проведенный ретроспективный анализ позволил установить существенное неоднородное влияние пандемии COVID-19 на большинство анализируемых сфер жизнедеятельности в Свердловской области.

© ПНИПУ

© Голованов Олег Александрович – младший научный сотрудник, e-mail: golovanov.oa@uiec.ru, ORCID: 0000-0002-9977-6954.
Тырсин Александр Николаевич – д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, e-mail: at2001@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2660-1221.



Эта статья доступна в соответствии с условиями лицензии Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

Perm Polytech Style: Golovanov O.A., Tyrsin A.N. Retrospective analysis of the impact of the COVID-19 pandemic on the socio-economic development of the region (on the example of the Sverdlovsk region). *Applied Mathematics and Control Sciences*, 2023, no. 1, pp. 61–71. DOI: 10.15593/2499-9873/2023.1.04

MDPI and ACS Style: Golovanov, O.A.; Tyrsin, A.N. Retrospective analysis of the impact of the COVID-19 pandemic on the socio-economic development of the region (on the example of the Sverdlovsk region). *Appl. Math. Control Sci.* **2023**, *1*, 61–71. <https://doi.org/10.15593/2499-9873/2023.1.04>

Chicago/Turabian Style: Golovanov, Oleg A., and Alexander N. Tyrsin_2023. “Retrospective analysis of the impact of the COVID-19 pandemic on the socio-economic development of the region (on the example of the Sverdlovsk region)”. *Appl. Math. Control Sci.* no. 1: 61–71. <https://doi.org/10.15593/2499-9873/2023.1.04>



APPLIED MATHEMATICS
AND CONTROL SCIENCES

№ 1, 2023

<https://ered.pstu.ru/index.php/amcs>



Article

DOI: 10.15593/2499-9873/2023.1.04

UDK 519.86:338.054.23:519.21



RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION (ON THE EXAMPLE OF THE SVERDLOVSK REGION)

O.A. Golovanov¹, A.N. Tyrsin^{1,2,3}

¹Institute of Economics, Ural Branch, Russian Academy of Science, Yekaterinburg, Russian Federation

²Ural Federal University, Yekaterinburg, Russian Federation

³South-Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russian Federation

ARTICLE INFO

Received: 30 November 2022

Approved: 05 December 2022

Accepted for publication:
10 March 2023

Funding

This research was funded in accordance with the research program of the Institute of Economics of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Author Contributions
equivalent.

Keywords:

pandemic, COVID-19, retrospective analysis, socio-economic indicators, trend, region, forecast.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has affected many aspects of people's lives and territories. It has a destabilizing effect on the economy due to both direct and indirect factors. In order to develop an effective policy to combat such emergencies, the problem of studying its consequences seems urgent.

To form effective responses to the consequences of the pandemic, adequate scientific tools are needed to assess them. In many of the studies conducted, the impact of the pandemic was assessed without considering the previously existing socio-economic trends in the regions.

The purpose of the article is to conduct a retrospective analysis of the consequences of economic instability caused by the COVID-19 pandemic on the socio-economic development of the region on the example of the Sverdlovsk region. The monthly values of twelve main socio-economic indicators from January 2016 to December 2021 were analyzed. The study is based on the use of regression models with dummy variables and seasonal autoregression for forecasting, which allow considering the seasonal dependence of socio-economic indicators.

To determine the seasonality of individual indicators, a graphical method, autocorrelation correlograms and spectral analysis were used. When determining the uniformity between the predicted and actual values during the pandemic, the parametric Student's criterion and the nonparametric Wilcoxon criterion were applied, which allowed us to obtain a statistically significant result regardless of the normality of the compared aggregates.

The retrospective analysis made it possible to establish a significant heterogeneous impact of the COVID-19 pandemic on most of the analyzed spheres of life in the Sverdlovsk region.

© PNRPU

© **Oleg A. Golovanov** – Ph. D. Student, Junior Researcher, Institute of Economics, e-mail: golovanov.oa@uiec.ru, ORCID: 0000-0002-9977-6954.

Alexander N. Tyrsin – Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher, e-mail: at2001@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2660-1221.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

Введение

Пандемия COVID-19 стала серьезным испытанием для мировой экономики. В 2020 г. падение объема производства в России составило 3 %, причем пандемия затронула все регионы [1]. Однако благодаря введению достаточно мягких ограничительных мер и сложившейся специализации отечественной промышленности уже к началу 2021 г. произошла адаптация к текущим экономическим условиям [2], и ряд макроэкономических показателей вернулся к докоронавирусным значениям, а в 2021 г. экономика продолжила постепенный выход из кризиса. Во втором квартале 2021 г. индекс физического объема валового внутреннего продукта составил 110,5 % относительно второго квартала 2020 г. Однако положительная динамика основных макроэкономических показателей не дает полной картины последствий пандемии COVID-19, так как она оказывает дестабилизирующее влияние на экономику за счет факторов как прямого, так и косвенного действия [3]. Также отметим, что в ходе естественной эволюции возбудителя COVID-19 появляются доминирующие варианты, обуславливающие новые волны случаев заражения [4].

Следует отметить множество публикаций, посвященных анализу влияния пандемии COVID-19 на социально-экономическое состояние страны и регионов. В исследовании [5] отмечено, что относительно благоприятные макроэкономические показатели, достигнутые в 2020 г., сопровождались значительными потерями социального характера в виде увеличения смертности и снижения доходов населения. В [6] сделали вывод о беспрецедентно глубокой и беспрецедентно короткой (для некоторых социально-экономических показателей менее квартала) рецессии, в некоторых случаях даже меньше одного квартала. В [7; 8] были приведены основные, по мнению авторов, последствия влияния пандемии на экономику. В [9] были определены уровень и степень влияния заболеваемости и доходов населения за 2019–2021 гг. для субъектов Уральского федерального округа и показано, что пандемия не оказало существенного влияния на снижение доходов населения в регионах. В [10] было исследовано влияние пандемии COVID-19 на ряд основных социально-экономических показателей Свердловской области. Однако не было учтено, что многие показатели имели определенные тенденции в допандемийный период и были нестационарными временными рядами.

Общим в этих исследованиях является оценка влияния пандемии на основе анализа статистических данных за 2020 г. в сравнении с 2019 и 2021 гг. без учета сложившихся ранее социально-экономических тенденций в регионах.

Поэтому представляет интерес сопоставить эти тенденции в допандемийный период с фактическим поведением социально-экономических показателей и провести сравнительный анализ между фактическими и прогнозными (при условии, что пандемии нет) значениями социально-экономических показателей в период пандемии. Анализ влияния пандемии проведем на примере Свердловской области, продолжив исследование, начатое в [10].

Целью статьи является проведение ретроспективного анализа последствий экономической нестабильности, вызванной пандемией COVID-19, на социально-экономическое развитие региона.

Данные и методы

В качестве информационной базы для проведения прогнозирования и последующего сравнительного анализа была использована база данных Федеральной службы государственной статистики за период с января 2016 г. по декабрь 2021 г. на примере Свердловской

области. Данные в табл. 1 условно разделены на четыре группы: 1 – демография (X_1, X_2); 2 – социальная сфера (X_3, X_4, X_5, X_6); 3 – производство товаров и услуг (X_7, X_8, X_9); 4 – рынки товаров и услуг (X_{10}, X_{11}, X_{12}).

Таблица 1

Перечень социально-экономических показателей для исследования

№ п/п	Показатель	Единица измерения
Показатели «Демография»		
X_1	Число зарегистрированных умерших	чел.
X_2	Число зарегистрированных родившихся	чел.
Показатели «Социальная сфера»		
X_3	Уровень регистрируемой безработицы	%
X_4	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций	тыс. руб.
X_5	Всего зарегистрировано преступлений	тыс. ед.
X_6	Количество ДТП с пострадавшими	сот. ед.
Показатели «Производство товаров и услуг»		
X_7	Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами	млрд руб.
X_8	Объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство»	млрд руб.
X_9	Производство продуктов животноводства в сельскохозяйственных организациях – скот и птица на убой в живом весе	тыс. т
Показатели «Рынки товаров и услуг»		
X_{10}	Оборот розничной торговли	млрд руб.
X_{11}	Оборот общественного питания	млрд руб.
X_{12}	Объем платных услуг населению	млрд руб.

Для достижения более точной оценки трендовой составляющей самих показателей стоимостные значения были пересчитаны в соответствии с индексом потребительских цен декабря 2021 г.

Методы исследования заключаются в сопоставлении тенденций основных социально-экономических показателей в допандемийный период с их фактическим поведением во время пандемии и проведении сравнительного анализа между фактическими и прогнозными значениями социально-экономических показателей в период пандемии.

Модели и методы исследования

Очевидным фактом является зависимость текущих значений ряда от предыдущих для многих социально-экономических показателей. В таких случаях часто используют математическую модель в виде процесса авторегрессии [11]. Чтобы учесть эту зависимость и попытаться спрогнозировать исходя из неё будущие значения, в нашем случае на пандемийный период, будем опираться на несколько модифицированную модель авторегрессии (AR) – модель сезонной авторегрессии (SAR). Она позволит отразить как постоянную трендовую составляющую показателей, так и циклические изменения, связанные с сезонностью. Кроме того, необходимо учесть возможность наличия влияния на показатели случайных факторов, для чего воспользуемся следующим авторегрессионным процессом

$$X_t^k = a_1 X_{t-1}^k + a_2 X_{t-s}^k + a_3 X_{t-l}^k + \varepsilon_t^k, \quad (1)$$

где k – номер показателя, a_1, a_2, a_3 – коэффициенты авторегрессии, X_t^k – фактические значения показателя, ε_t^k – случайная компонента (белый шум), $(t-1, t-s, t-l)$ – трендовый, сезонный и случайный лаги соответственно. Случайный лаг будем определять исходя из полученного при помощи автокорреляционного анализа сезонного лага следующим образом:

$$\begin{cases} s \geq 12, l = 3, \\ s < 12, l = 12. \end{cases}$$

Подобный выбор лагового значения позволит сгладить влияние случайного блуждания показателя на основные коэффициенты, тем самым позволяя повысить статистическую значимость полученной модели.

В качестве альтернативы было предложено выполнять прогнозирование, основанное на модели множественной регрессии с фиктивными переменными сдвига и наклона. Фиктивная переменная сдвига в данном случае позволит отразить в модели эффекты сдвига, характерные сезонности показателя, помимо этого была введена дополнительная фиктивная переменная для учета наклона, являющаяся умножением первой фиктивной и зависимой переменных. Таким образом, получим следующую модель

$$X_t^k = a_0^k + a_1^k t + a_2^k Z + a_3^k Z t + \varepsilon_t^k, \quad (2)$$

где $t = (1, \dots, n)$, n – объем выборки, $Z = \begin{cases} 0, & t \text{ не соответствует лагу,} \\ 1, & t \text{ соответствует лагу.} \end{cases}$

Выявление сезонности показателей будем производить путем графического анализа, построения автокорреляционной функции и проведения спектрального анализа в пакете Statistica. В качестве примера произведем определение сезонного лага для «Среднемесячной номинальной заработной платы» (X_4) (рис. 1).

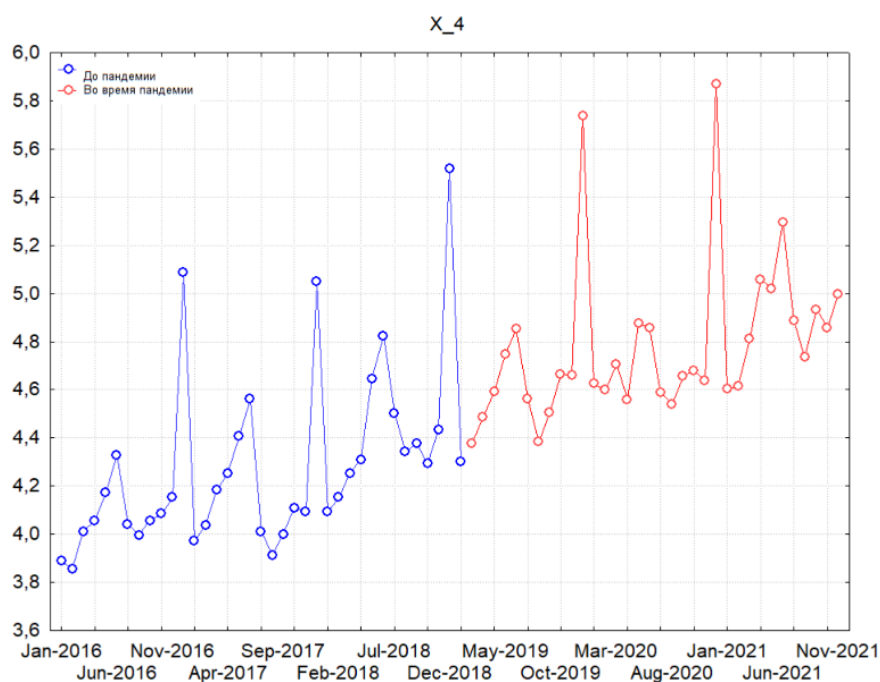


Рис. 1. Графическое представление показателя X_4 (дес. тыс. руб.) до и во время пандемии (источник данные Росстата [1])

Зрительно оценивая рис. 1, можно отметить наличие «пиков» для каждого 6 месяцев и повторение темпов роста и падения этих пиков с задержкой в год, что на данном этапе говорит о наличии периодичности в 6 месяцев и сильной зависимости от 12-лаговой переменной. Также наблюдается тенденция роста показателя, в связи с чем коэффициент при первой лаговой переменной должен быть положительным, с некоторым снижением темпов роста в середине периода с пандемией. В некоторых случаях графический анализ является недостаточным, в связи с неявным проявлением сезонности и наличием случайных отклонений, что нередко приводит к неоднозначности выводов. В таких случаях следует продолжить анализ. В качестве более точного инструмента оценивания будем использовать автокорреляционный и спектральный анализ [12].

В качестве примера на рис. 2, 3 приведены графики автокорреляционной функции и спектра показателя X_4 .

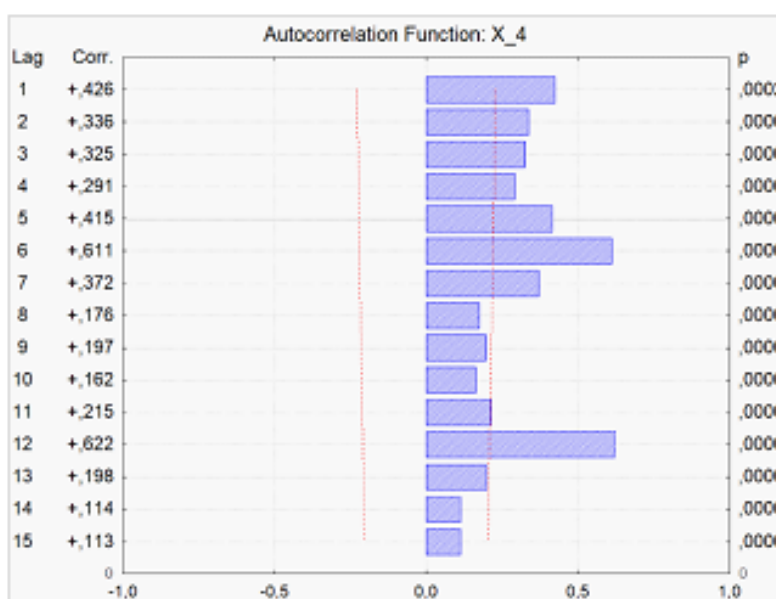


Рис. 2. Коррелограмма показателя X_4 (авторские результаты)

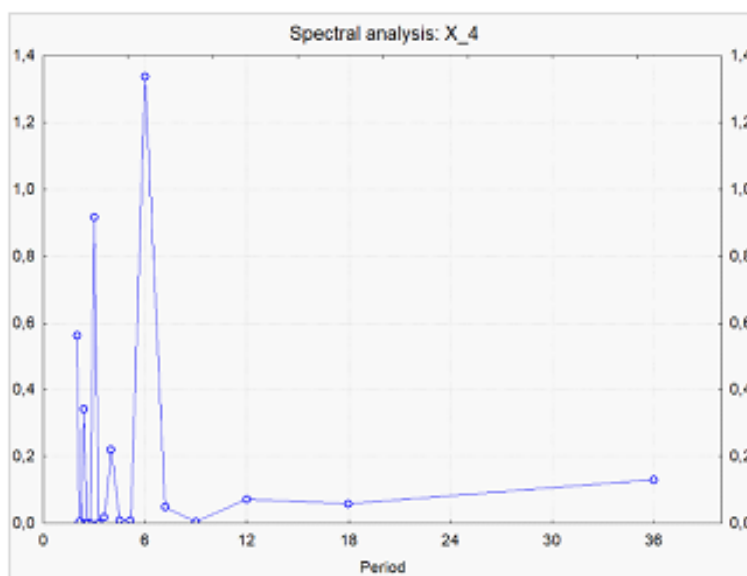


Рис. 3. Спектр показателя X_4 (авторские результаты)

Автокорреляционная функция отражает тесноту взаимосвязи между фактической переменной и её лаговыми значениями, в то время как спектральный анализ показывает наиболее значимую периодичность, полученную в результате проведения корреляционного анализа для фактической переменной и её разложения на функции косинусов и синусов различных частот. Поэтому сделанные ранее предположения подтвердились, и можно говорить о наличии сезонности показателя в 6 месяцев и положительного затухающего тренда, и авторегрессионная модель для X_4 будет выглядеть как

$$X_t^4 = a_1 X_{t-1}^4 + a_2 X_{t-6}^4 + a_3 X_{t-12}^4 + \varepsilon_t^k. \quad (3)$$

Для определения коэффициентов регрессии на период до пандемии воспользуемся методом наименьших квадратов (МНК), для чего, минимизируя сумму квадратов невязок функции (3), получим: $a_1 = 0,05$, $a_2 = 0,13$, $a_3 = 0,86$. Коэффициент детерминации полученной модели равен $R^2 = 0,82$, и ошибки, согласно критериям Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка [13], распределены нормально, из чего можно сделать вывод о состоятельности и статистической значимости модели.

Таким образом, можем произвести прогнозирование теоретических значений показателя X_4 в предположении, что пандемии не было, и показатель продолжил свое развитие согласно периоду до января 2019 г. Следовательно, каждое последующее значение будем вычислять по формуле

$$X_{t+1} = a_1 X_t + a_2 X_{t-5} + a_3 X_{t-12}.$$

Границы доверительного интервала определим как $X_p^* \pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} \cdot S_{\widehat{X}_p}$, где $t_{\frac{\alpha}{2}, n-2}$ – значение t -статистики Стьюдента, а $S_{\widehat{X}_p}$ – среднеквадратическая ошибка прогноза, в данном случае определяемая по формуле [14]

$$S_{\widehat{X}_p}^2 = S^2 (1 - a_1 \rho_1 - a_2 \rho_6 - a_3 \rho_{12}).$$

где S^2 – несмещенная оценка дисперсии, $(\rho_1, \rho_6, \rho_{12})$ – оценки коэффициентов автокорреляции (рис. 4).

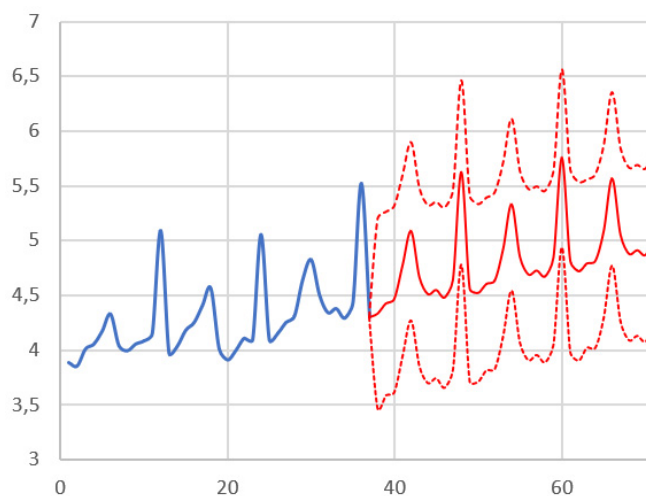


Рис. 4. Прогноз авторегрессионной модели (3) показателя X_4 на период пандемии (авторские результаты)

Методом наименьших квадратов [15] были получены следующие коэффициенты регрессии модели (2): $a_0 = 3,93$, $a_1 = 0,01$, $a_2 = 0,39$, $a_3 = 0,02$. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,79$ и ошибки распределены по нормальному закону, т.е. модель состоятельна и статистически значима. Прогнозные значения для периода во время пандемии вычисляем по формуле (3), где для каждого последующего $(t + p)$ -го элемента, p – время прогноза, $t = n + p$. Границы доверительного интервала (рис. 4) будут определяться аналогичным предыдущему способу, где среднеквадратическая ошибка равна

$$S_{\hat{X}_p}^2 = S^2 (1 + \mathbf{D}_p^T (\mathbf{D}^T \mathbf{D})^{-1} \mathbf{D}_p),$$

где \mathbf{D} – матрица значений объясняющих переменных, \mathbf{D}_p – вектор значений объясняющих переменных, для которых делается прогноз.

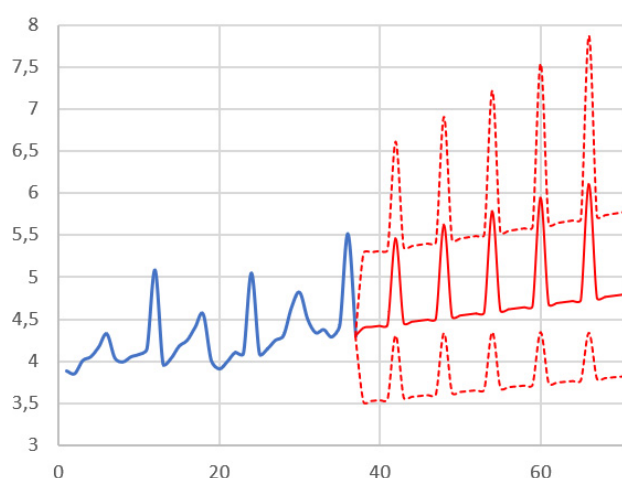


Рис. 5. Прогноз регрессии для показателя X_4 на период пандемии (авторские результаты)

Полученные результаты

Для численного сопоставления фактических и прогнозных значений в период пандемии воспользуемся параметрическим критерием Стьюдента (t -критерий) и непараметрическим критерием Уилкоксона (z -критерий) для анализа однородности, а также критерием Фишера (F -тест) для сравнения дисперсий. Использование также и непараметрического критерия связано с тем, что сравниваемые совокупности не всегда имеют нормальное распределение.

В табл. 2 приведен уровень значимости (p -уровень), или иначе вероятность выполнения гипотезы об однородности выборок или равенстве дисперсий. Как выявил анализ, показатели X_4 и X_9 не подверглись влиянию пандемии и сохранили как свою тенденцию, так и характер поведения в прогнозируемом периоде, это определяется по уровню значимости, который практически для всех критериев больше нижней границы статистической значимости в 0,05. Отклонение в определении однородности прогноза регрессии для X_9 связано с тем, что совокупность прогнозных и фактических значений не распределена нормально, из-за чего при принятии решения следует ориентироваться на непараметрический критерий.

Рассмотрим более подробно показатели, чьи дисперсии оказались равны для фактических и прогнозных значений. Среди них наиболее явными являются X_2 и X_{10} , для которых влияние пандемии не прошло без последствий, и их траектории претерпели изменения. Несмотря на это, им удалось сохранить характер поведения периода до появления COVID-19.

Этого же нельзя сказать однозначно про X_2 , X_7 и X_8 , для которых дисперсия совпала только для одного из двух прогнозов, что может быть связано с наличием количественных признаков случайного блуждания показателей.

Таблица 2

Сравнительный анализ фактических и прогнозных значений показателей в период пандемии (авторские результаты)

Показатель	Авторегрессия			Регрессия		
	Стьюдент	Уилкокс.	Фишер	Стьюдент	Уилкокс.	Фишер
X_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_2	0,01	0,02	0,34	0,03	0,02	0,59
X_3	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
X_4	0,07	0,09	0,86	0,91	0,06	0,07
X_5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
X_6	0,06	0,02	0,55	0,00	0,00	0,00
X_7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46
X_8	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,03
X_9	0,40	0,75	0,76	0,03	0,23	0,06
X_{10}	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,78
X_{11}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{12}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Остальные же показатели статистически значимо изменились и не смогли вернуться к прежнему темпу развития в анализируемом периоде, при этом стоит акцентировать внимание, что подобных показателей большинство.

Заключение

В рамках исследования был проведен ретроспективный сравнительный анализ фактических и прогнозных значений социально-экономических показателей Свердловской области в предположении, что пандемии COVID-19 не происходило.

Сравнение основывалось на параметрической критерии Стьюдента и непараметрической критерии Уилкоксона, что позволило получить значимый результат вне зависимости от гауссовости анализируемых данных, а также критерии Фишера для сравнения дисперсии выборок. Также для большей объективности выводов прогнозы были осуществлены при помощи сезонной авторегрессионной модели и множественной регрессии с фиктивной переменной, где сезонность показателей определялась на основе графиков самого показателя, его коррелограммы и спектра.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о наличии существенного и неоднородного влияния пандемии COVID-19 на различные сферы жизнедеятельности в Свердловской области.

Список литературы

1. Российский статистический ежегодник. 2021: Статистический сборник. – М.: Росстат. 2021. – 692 с.
2. Цухло С.В. Адаптация российской промышленности к кризису 2020 г. [Электронный ресурс] // Экономическое развитие России. – 2021. – № 10. – URL: <https://cyberle>

ninka.ru/article/n/adaptatsiya-rossiyskoy-promyshlennosti-k-krizisu-2020-g (дата обращения: 25.11.2022).

3. Цветков В.А., Дудин М.Н. Пандемия COVID-19 как угроза продовольственной и экономической безопасности страны // Экономика и управление. – 2020. – Т. 26, № 4. – С. 334–344. DOI: 10.35854/1998-1627-2020-4-334-344

4. Онищенко Г.Г., Сизикова Т.Е., Лебедев В.Н., Борисевич С.В. Вариант «ОМИКРОН» вируса SARS-COV-2 как доминантный агент нового подъёма заболевания в условиях пандемии COVID-19 // Вестник Российской академии наук. – 2022. – Т. 92, № 7. – С. 636–646. DOI: 10.31857/S0869587322070131

5. Широ А.А. Пандемический кризис экономики: механизмы развития и решения в области экономической политики // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2021. – № 1(49). – С. 209–216. DOI: 10.31737/2221-2264-2021-49-1-10.

6. Макроэкономические последствия пандемии COVID-19 / Н.В. Акиндинова, Д.А. Авдеева, Н.В. Кондрашов, С.Г. Мисихина, С.В. Смирнов // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2021. – № 4(52). – С. 239–246. DOI: 10.31737/2221-2264-2021-52-4-12.

7. Дудин М. Н., Лясников Н. В. Вероятные социальные и экономические последствия пандемии коронавируса COVID19 // ПОИСК: Политика. Обществоведение. Искусство. Социология. Культура. – 2020. – № 2(79). – С. 60–71.

8. Кулькова И.А. Влияние пандемии коронавируса на демографические процессы в России [Электронный ресурс] // Human Progress. – 2020. – Т. 6. – Вып. 1. – URL: http://progresshuman.com/images/2020/Том6_1/Kulkova.pdf (дата обращения: 25.11.2022). DOI 10.34709/IM.161.5

9. Кремлев Н.Д., Дроздова И.А. Оценка влияния пандемии COVID-19 на доходы и адаптацию к ней населения региона: статистический подход // Статистика и Экономика. – 2022. – Т. 19, № 1. – С. 46–52. DOI: 10.21686/2500-3925-2022-1-46-52.

10. Голованов О.А., Тырсин А.Н., Васильева Е.В. Оценка влияния пандемии COVID-19 на тренды социально-экономического развития региона России: кейс Свердловской области // Journal of Applied Economic Research. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 257–281. DOI: 10.15826/vestnik.2022.21.2.010

11. Чураков Е.П. Математические методы обработки экспериментальных данных в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 240 с.

12. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. – 3-е изд., испр. – М.: Техносфера, 2012. – 1048 с.

13. Лемешко Б.Ю. Критерии проверки отклонения распределения от нормального закона. Руководство по применению. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 160 с.

14. Домбровский В.В. Эконометрика. – М.: Новый учебник, 2004. – 342 с.

15. Картаев Ф.С. Введение в эконометрику. – М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2019. – 472 с.

References

1. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik. 2021. Statisticheskiy sbornik [Russian Statistical Yearbook. 2021. Statistical compendium]. Moscow. Rosstat. 2021, 692 p.

2. Tsukhlo S.V. Adaptatsiya rossiyskoy promyshlennosti k krizisu 2020 g [Adaptation of the Russian industry to the crisis of 2020]. *Economic development of Russia*, 2021, no. 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptatsiya-rossiyskoy-promyshlennosti-k-krizisu-2020-g> (date of the application: 15.11.2022).

3. Tsvetkov V.A., Dudin M.N. Pandemiya COVID-19 kak ugroza prodovol'stvennoy i ekonomicheskoy bezopasnosti strany [The COVID-19 pandemic as a threat to the country's food and economic security]. *Economics and Management*, 2020. vol. 26, no. 4, pp. 334-344. DOI: 10.35854/1998-1627-2020-4-334-344
4. Onishchenko G.G., Sizikova T.E., Lebedev V.N., Borisevich S.V. Variant «OMIKRON» virusa SARS-COV-2 kak dominantnyy agent novogo pod"yoma zabolevaniya v usloviyakh pandemii COVID-19 [OMICRON variant of the SARS-COV-2 virus as a dominant agent of a new rise in the disease in the context of the COVID-19 pandemic]. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 2022, vol. 92, no. 7, pp. 636-646. DOI: 10.31857/S0869587322070131
5. Shirov A.A. Pandemicheskyy krizis ekonomiki: mekhanizmy razvitiya i resheniya v oblasti ekonomicheskoy politiki [Pandemic economic crisis: mechanisms of development and solutions in the field of economic policy]. *Journal of the New Economic Association*, 2021, no. 1(49), pp. 209–216. DOI: 10.31737/2221-2264-2021-49-1-10.
6. Akindinova N.V., Avdeyeva D.A., Kondrashov N.V., Misikhina S.G., Smirnov S.V. Makroekonomicheskiye posledstviya pandemii COVID-19 [Macroeconomic Impact of the COVID-19 Pandemic] // *Journal of the New Economic Association*, 2021, no. 4(52), pp. 239–246. DOI: 10.31737/2221-2264-2021-52-4-12.
7. Dudin M.N., Lyasnikov N.V. Veroyatnyye sotsial'nyye i ekonomicheskiye posledstviya pandemii koronavirusa COVID19 [Likely social and economic consequences of the COVID19 pandemic]. *POISK: Politics. Social science. Art. Sociology. culture*, 2020, no. 2(79), pp. 60–71.
8. Kul'kova I.A. Vliyaniye pandemii koronavirusa na demograficheskiye protsessy v Rossii [Impact of the coronavirus pandemic on demographic processes in Russia]. *Human Progress*, 2020, vol. 6, no. 1. URL: http://progresshuman.com/images/2020/Tom6_1/Kulkova.pdf (Accessed 25.11.2022). DOI 10.34709/IM.161.5
9. Kremlev N.D., Drozdova I.A. Otsenka vliyaniya pandemii COVID-19 na dokhody i adaptatsiyu k ney naseleniya regiona: statisticheskiy podkhod [Assessing the impact of the COVID-19 pandemic on incomes and adaptation of the region's population to it: a statistical approach]. *Statistics and Economics*, 2022, vol. 19, no. 1, pp. 46–52. DOI: 10.21686/2500-3925-2022-1-46-52.
10. Golovanov O.A., Tyrsin A.N., Vasilyeva E.V. Otsenka vliyaniya pandemii COVID-19 na trendy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona Rossii: keys Sverdlovskoy oblasti [Assessing the impact of the COVID 19 pandemic on the trends in the socio-economic development of a Russian region: the case of the Sverdlovsk region]. *Journal of Applied Economic Research*, 2022, vol. 21, no. 2, pp. 257–281. DOI: 10.15826/vestnik.2022.21.2.010
11. Churakov E.P. Matematicheskiye metody obrabotki eksperimental'nykh dannykh v ekonomike [Mathematical methods for processing experimental data in economics]. Moscow, Finance and statistics, 2004. 240 p.
12. Oppenheim A.V., Schaffer R.W. Discrete-time Signal Processing. – 2nd ed. Prentice Hall, New Jersey, 1999, 896 p.
13. Lemeshko B.Yu. Kriterii proverki otkloneniya raspredeleniya ot normal'nogo zakona. Rukovodstvo po primeneniyu [Criteria for checking the deviation of the distribution from the normal law. Application guide]. Moscow, NITS INFRA-M, 2015, 160 p.
14. Dombrovsky V.V. Ekonometrika [Econometrics]. Moscow, New textbook, 2004, 342 p.
15. Kartaev F.S. Vvedeniye v ekonometriku [Introduction to econometrics]. Moscow, Faculty of Economics of Moscow State University named after M.V. Lomonosov, 2019, 472 p.