

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ / ECONOMICS

Научная статья

УДК 339.743

<https://doi.org/10.35266/2949-3455-2025-2-1>



Цикличность курса доллара: фазовый анализ

Руслан Хизраилевич Ильясов¹, Надежда Викторовна Пучкова²✉

¹Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова, Грозный, Россия

²Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

Аннотация. Анализ динамики курса доллара требует привлечения релевантных методов анализа, которые позволяли бы исследовать важную составляющую временного ряда – цикличность. Предметом исследования в статье является цикличность в динамике курса доллара по отношению к рублю. Новым подходом к исследованию цикличности является моделирование динамики сплайн-функцией, дифференцированием которой получаем и модель скорости роста. Цикличность в экономической динамике проявляется последовательной сменой фаз, отличающихся изменениями скорости изменений курса валюты. Идентификация фаз цикличности выполняется по фазовой траектории – кривой, одновременно описывающей изменения курса доллара и скорости его роста. Фазовый анализ выявил несколько циклов в динамике курса доллара, а также определил метрические и временные параметры циклов.

Ключевые слова: курс доллара, цикличность, моделирование, сплайн, фазовый анализ

Для цитирования: Ильясов Р. Х., Пучкова Н. В. Цикличность курса доллара: фазовый анализ // Вестник Сургутского государственного университета. 2025. Т. 13, № 2. С. 8–15. <https://doi.org/10.35266/2949-3455-2025-2-1>.

Original article

Dollar exchange rate cyclicity: Phase analysis

Ruslan Kh. Ilyasov¹, Nadezhda V. Puchkova²✉

¹Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia

²Surgut State University, Surgut, Russia

Abstract. Dollar exchange rate analysis requires the involvement of relevant methods, which would enable us to study an important component of time series that is cyclicity. This paper investigates the cyclical nature of the US dollar to Russian ruble exchange rate. A fresh approach to the study of cyclicity is the modeling of dynamics by spline function, by differentiation of which we obtain a growth rate model. Cyclicity in economic dynamics is demonstrated by a successive change of phases distinguished by speed of changes in exchange rate. Identification of cyclicity phases is performed by phase trajectory that is a curve that simultaneously describes changes in the dollar exchange rate and its growth rate. The phase analysis revealed several cycles in the dynamics of the dollar exchange rate, as well as determined metric and time parameters of the cycles.

Keywords: dollar exchange rate, cyclicity, modeling, spline, phase analysis

For citation: Ilyasov R. Kh., Puchkova N. V. Dollar exchange rate cyclicity: Phase analysis. *Surgut State University Journal*. 2025;13(2):8–15. <https://doi.org/10.35266/2949-3455-2025-2-1>.

ВВЕДЕНИЕ

Колебания курса национальной валюты оказывают решающее воздействие на тенденции международной торговли и финансовую систему России. Несмотря на действующие санкции, ограничивающие международную интеграцию российской экономики и развитие финансового рынка, сохраняется влияние динамики валютного курса на денежно-кредитную и фискальную политику, торговые потоки и инвестиционные решения. В условиях глобализации мировой экономики важно исследовать тенденции валютных курсов – это необходимо как для принятия эффективных решений во внешнеэкономической деятельности, так и для сохранения устойчивого развития внутренней торговли. С другой стороны, тенденции курса валюты служат индикатором устойчивости национальной экономики – их изучение необходимо для понимания механизмов развития кризисов, анализа продолжительности их развития, наблюдения

особенностей посткризисного восстановления экономического роста [1, 2].

Анализ кривых на рис. 1 показывает, что продолжительность и скорость роста курса валюты оказываются заметно выше интервалов и величины его посткризисного снижения.

Известно, что изменение обменного курса приводит только к ограниченному изменению цен на рынке товаров и услуг в России. Однако продолжительный рост курса валюты может накапливать большой объем негативного воздействия на экономический рост. Скорость и продолжительность изменений оказываются важными характеристиками в исследовании курса валюты, необходимого для эффективной настройки денежно-кредитной политики Банка России и таргетирования инфляции в условиях кризисов. Известно, что динамическим проявлением кризиса является цикличность, состоящая из различных фаз ускорения или замедления роста [4, 5].

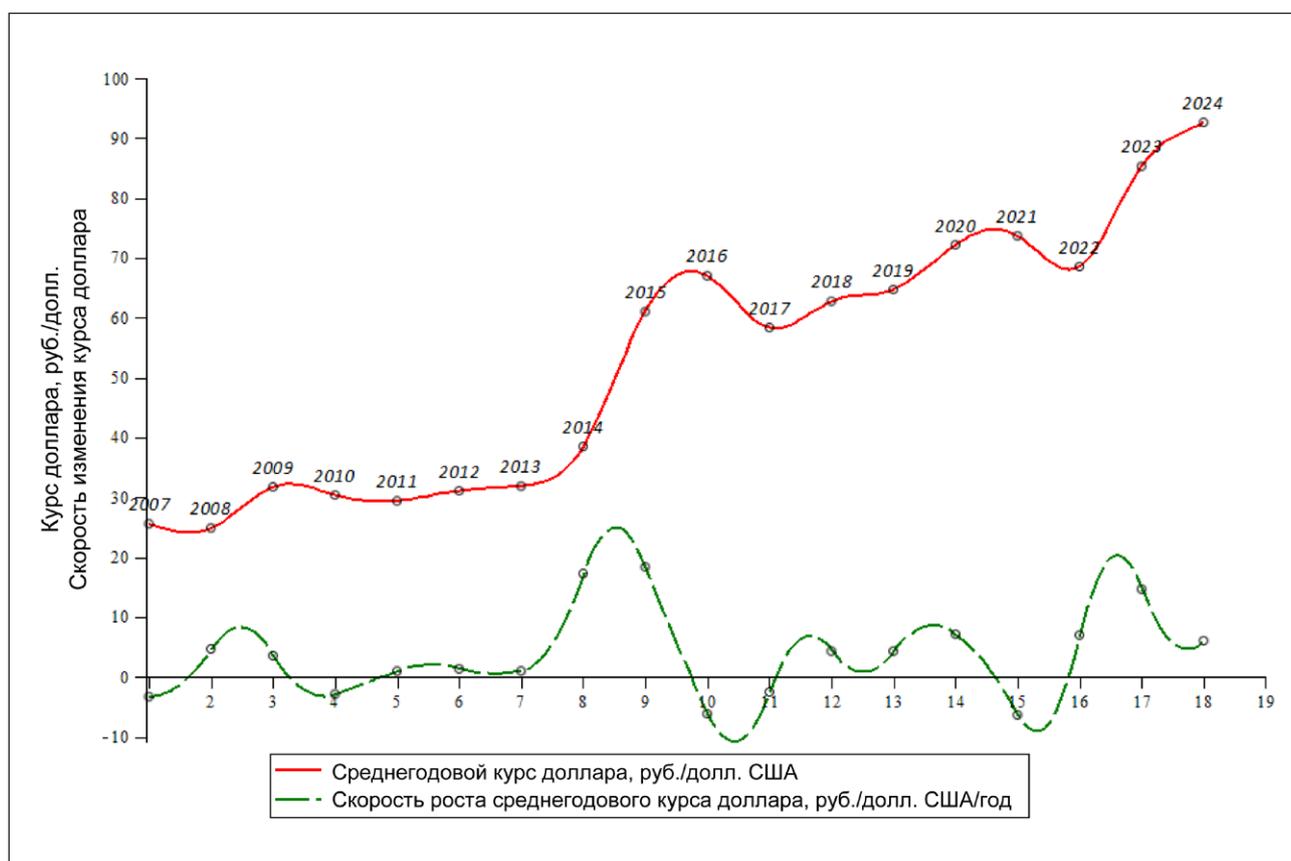


Рис. 1. Динамика среднегодового курса доллара по отношению к рублю и скорости его роста

Примечание: составлено авторами на основе источника [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Таким образом, для эффективного анализа колебаний курса валюты в условиях кризисов необходимо одновременно наблюдать динамику и скорость его изменений. Одним из методов, позволяющих аналитически описывать динамику и скорость роста показателя, является интерполирование кубическим сплайном. Интерполирование сплайнами широко используются в вычислительной математике, численном анализе и инженерных расчетах. Среди различных типов сплайнов особое место занимают кубические сплайны – класс кусочно-кубических функций с двумя непрерывными производными [6, 7]. Интерполяцией кубическими сплайнами решается практически важная задача моделирования волатильной динамики курса валюты гладкой кривой через узловые точки эмпирической динамики. Моделирование кубическим сплайном оказывается эффективнее классических методов, основанных на алгебраических и тригонометрических полиномах, по нескольким причинам [8, 9]. В первую очередь это сохранение точности эмпирических данных – сплайн-модель проходит через все узловые точки с нулевой погрешностью. Во-вторых, благодаря своей непрерывности сплайн-модель содержит в себе информацию и о мгновенной скорости изменений курса доллара. Сплайн-модель динамики курса доллара преобразуется в модель мгновенной скорости роста дифференцированием [10, 11].

Одним из методов, позволяющих одновременно исследовать динамику экономического показателя и скорость его изменений, является фазовый анализ. Последовательные и непрерывные изменения самого экономического показателя и скорости его изменений в каждый момент времени описываются фазовой траекторией. Анализ фазовой траектории дает исследователю более глубокое понимание динамики и характеристик устойчивости динамической системы в условиях кризисов. Фазовая траектория строится в системе координат $OY(t)Y'(t)$, где:

$Y(t)$ – ось значений среднегодового курса доллара в момент времени t ;

$Y'(t)$ – ось значений мгновенной скорости роста среднегодового курса доллара в момент времени t .

Эмпирической базой исследования послужили данные Центрального банка России об официальных курсах валюты [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Фазовая траектория (рис. 2) выявляет несколько циклов в динамике среднегодового курса доллара по отношению к рублю с 2007 по 2024 г. Фазовый анализ эффективен возможностью выделять циклы графически, непосредственно по кривой фазовой траектории, а также возможностью определения их метрических и временных параметров. Обратим внимание на тот факт, что фазы циклов (phases of the cycle) определяются по изменениям скорости колебаний курса доллара:

- оживление (revival) – период роста курса доллара с ускорением;
- подъем (expansion) – период роста курса доллара с замедлением;
- пик цикла (peak of the cycle) – точка, в которой прекращается рост курса доллара;
- спад (recession) – период снижения курса доллара с ускорением;
- депрессия (depression) – период снижения курса доллара с замедлением;
- дно цикла (trough) – точка, в которой прекращается снижение курса доллара.

По фазовой траектории (рис. 3) можно анализировать метрические и временные параметры цикла, в частности – амплитуду, период, начало и конец цикла, последовательные фазы в циклической динамике курса доллара. Первый в исследуемой динамике цикл имеет амплитуду около 8 руб./долл. США и период около 5 лет. Амплитуду цикла по фазовой траектории можно определить по горизонтальной оси – как разность между наибольшим и наименьшим значениями курса доллара в текущем цикле. Период цикла определяется как время, за которое цикл проходит все фазы от начала оживления до дна цикла. Началу фазы оживления и дну цикла соответствуют моменты времени, в которые мгновенная скорость роста курса доллара (значения первой

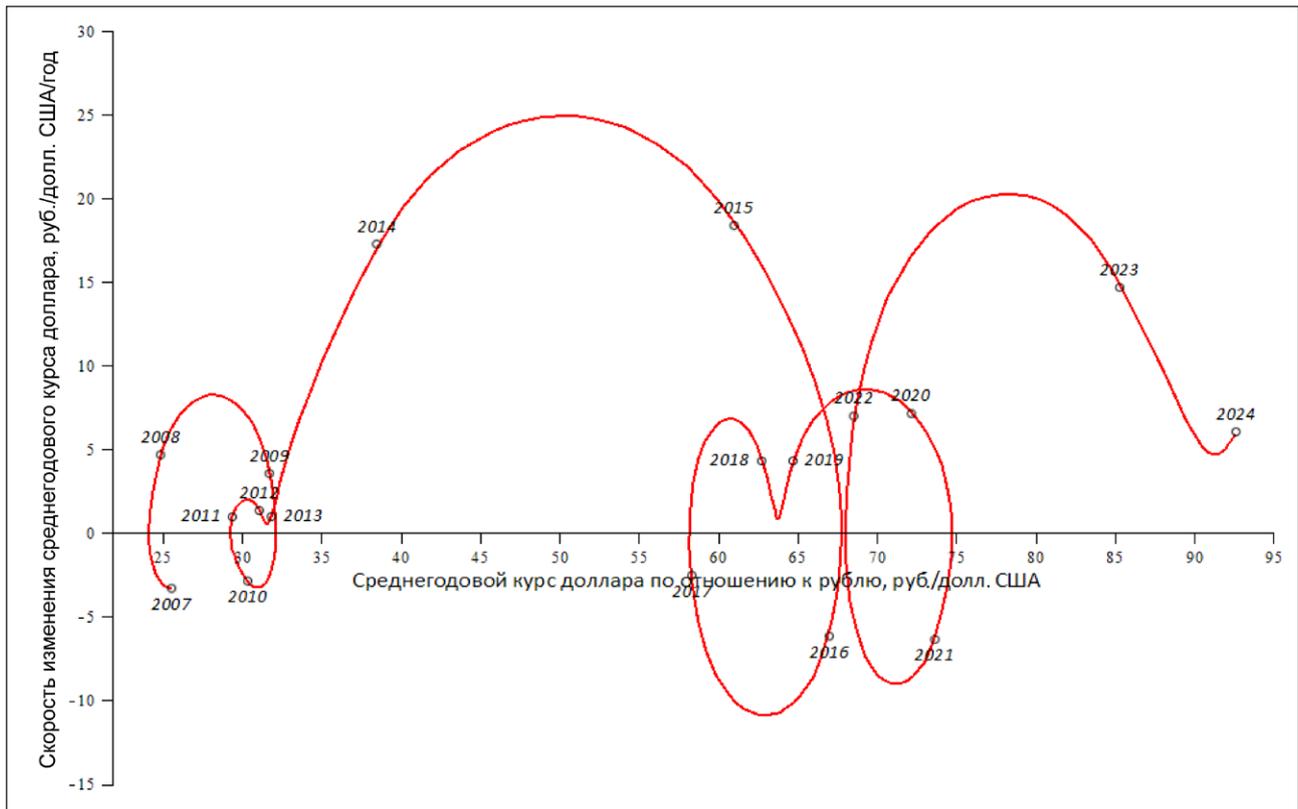


Рис. 2. Цикличность в динамике среднегодового курса доллара по отношению к рублю.
Фазовая траектория, 2007–2024 гг.

Примечание: составлено авторами на основе источника [3].

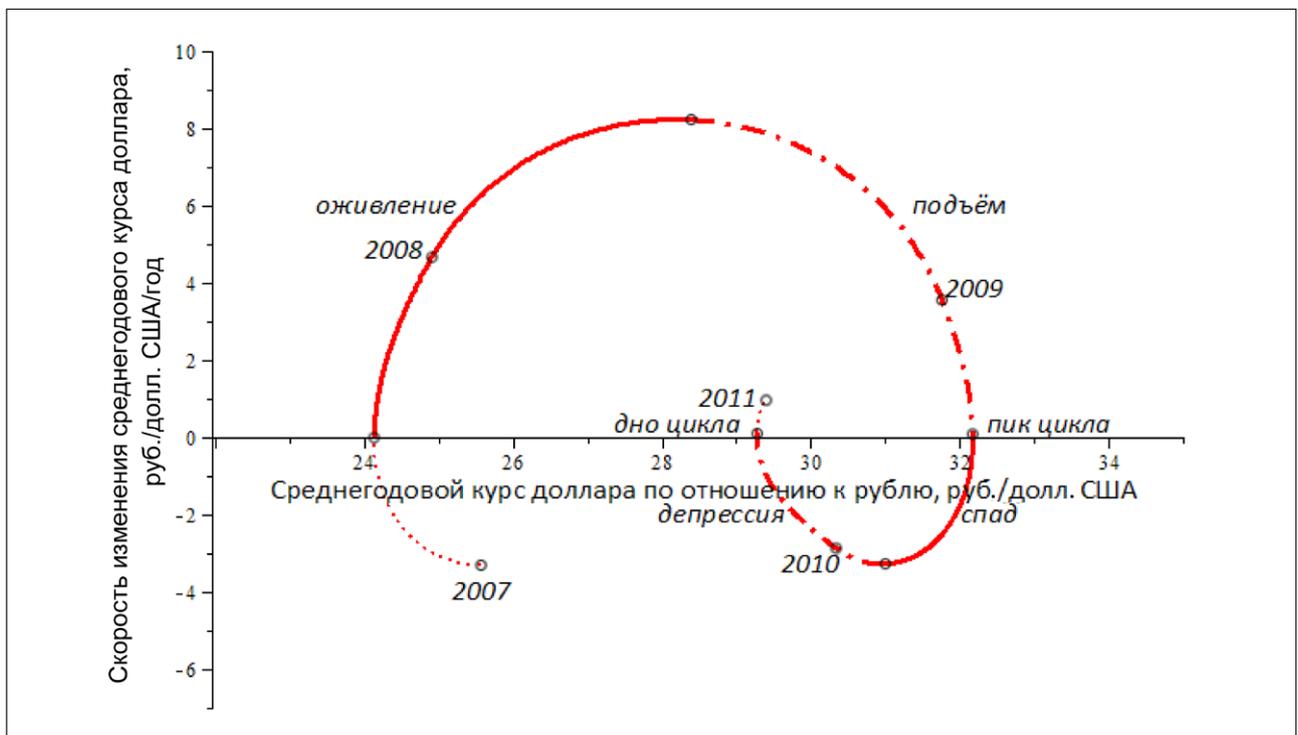


Рис. 3. Фазовый анализ цикличности в динамике среднегодового курса доллара, 2007–2011 гг.

Примечание: составлено авторами на основе источника [3].

производной) равна нулю. Первый цикл в исследуемой динамике курса доллара проходит все фазы за 3,5 года – с середины 2007 до 2011 г. Начиная с середины 2007 г. курс доллара демонстрирует рост с ускорением в фазе оживления, достигая максимальной скорости роста в середине 2008 г. Далее рост курса доллара продолжается с замедлением в фазе подъема, которая завершается пиком в середине 2009 г. Переход фазовой траектории в область отрицательных значений первой производной определяет начало фазы спада – снижения курса доллара с ускорением, она заканчивается ближе к 2010 г. Далее почти до 2011 г. продолжается снижение курса доллара, но уже с замедлением. Снижение курса доллара прекращается в 2011 г. достижением дна цикла.

Изменения в динамике курса доллара и в скорости его роста, происходившие с 2011 по 2013 г., можно считать циклом роста, или квазициклом, так как колебания курса доллара происходили в незначительном диапазоне и не были следствием развития кризиса (рис. 4). Этот цикл завершается

в 2013 г. приближением первой производной – скорости роста курса доллара – к нулю. Здесь мы наблюдаем только фазы роста с ускорением и последующим замедлением, а фазы снижения отсутствуют.

Второй цикл в динамике курса доллара имеет бóльшую по сравнению с предыдущим амплитуду – разность между наименьшим и наибольшим значениями курса доллара с 2013 по 2017 г. составляет около 35 руб. Этот цикл совпадает с развитием кризиса в российской экономике, начавшимся в 2014 г. и негативно повлиявшим на многие макроэкономические показатели. Фаза оживления, начавшаяся в 2013 г., показывает быстрый рост курса доллара, а максимальная мгновенная скорость роста наблюдалась в середине 2014 г. Далее рост курса доллара продолжился в фазе подъема, но уже с замедлением. Пик цикла достигается ближе к концу 2015 г. – в точке, где скорость роста курса доллара приблизилась к нулю. Фаза снижения с ускорением (спад) продолжается с конца 2015 до середины 2016 г. Далее курс доллара, снижаясь с замедлением, достигает дна цикла

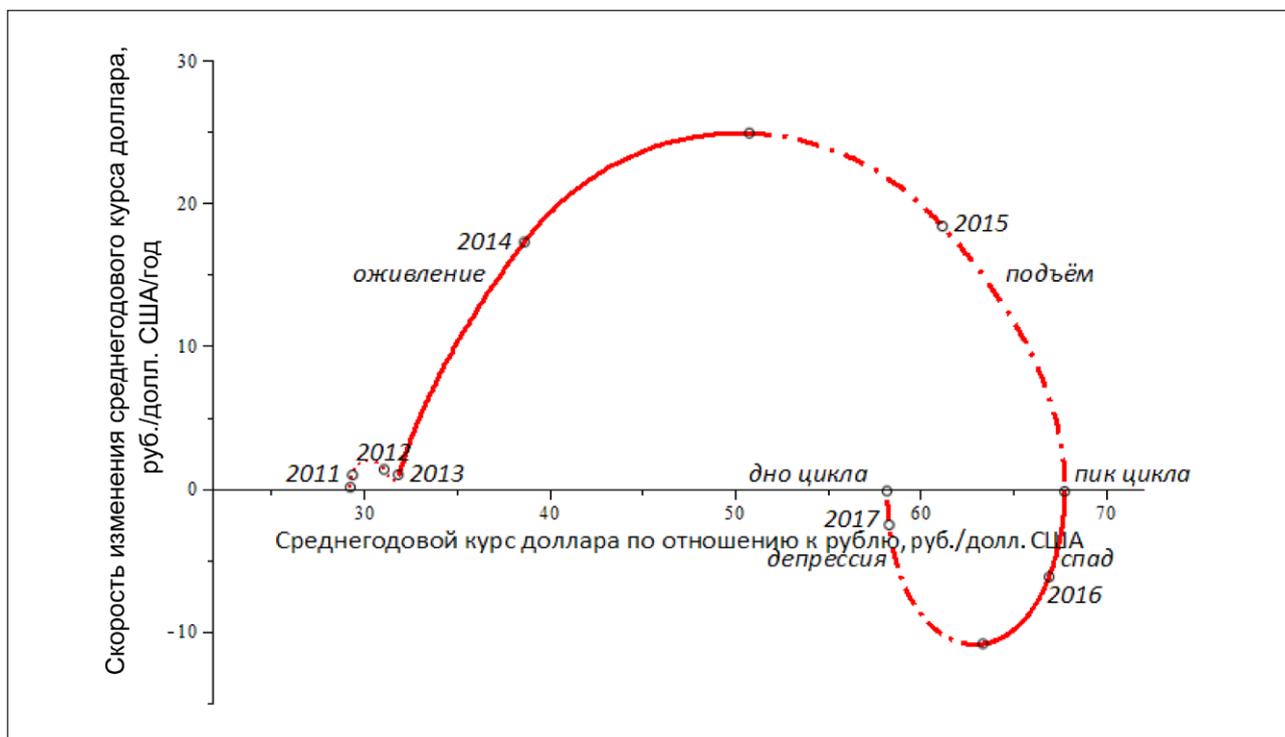


Рис. 4. Фазовый анализ цикличности в динамике среднегодового курса доллара, 2011–2017 гг.

Примечание: составлено авторами на основе источника [3].

в начале 2017 г. Фазовая траектория цикла показывает, что в точке наибольшего значения производной мгновенная скорость роста курса доллара составляла почти 25 руб./долл. США/год. В точке с наименьшим значением производной мгновенная скорость снижения курса доллара была заметно ниже – около 10 руб./долл. США/год. Период цикла составил 5 лет – с 2013 по 2017 г. Следует отметить, что продолжительность периода роста курса доллара заметно больше продолжительности его снижения.

Далее в фазовой траектории снова наблюдаем цикл роста – ускоренный рост курса доллара с 2017 г., продолжающийся в фазе подъема с замедлением (рис. 5). Скорость роста снижается практически до нуля в середине 2018 г., но цикл не переходит в фазу спада.

Очередной цикл начинается в середине 2018 г. фазой оживления, в которой происходит рост курса доллара с ускорением – до середины 2019 г. Далее рост курса доллара продолжается с замедлением (фаза подъема).

В середине 2020 г. фазовая траектория достигает пика, в котором прекращается рост курса доллара и начинается фаза его снижения с ускорением. Достигнув максимальной скорости снижения в середине 2021 г., курс доллара продолжает снижаться почти до конца года, но уже с замедлением. Особенностью этого цикла является то, что практически совпадают достигнутые значения максимальной скорости роста и максимальной скорости снижения курса доллара ± 10 руб./долл. США/год. Амплитуда цикла составила 10 руб./долл. США, период цикла – 3 года.

Четвертый цикл в исследуемой динамике среднегодового курса доллара образован только фазами роста (рис. 6). Рост курса доллара с ускорением начинается в конце 2021 г. и достигает максимальной мгновенной скорости роста в середине 2022 г. В дальнейшем рост продолжается с замедлением в фазе подъема до конца 2023 г. В начале 2024 г. фазовая траектория снова переходит в фазу оживления, демонстрируя ускорение роста курса доллара.

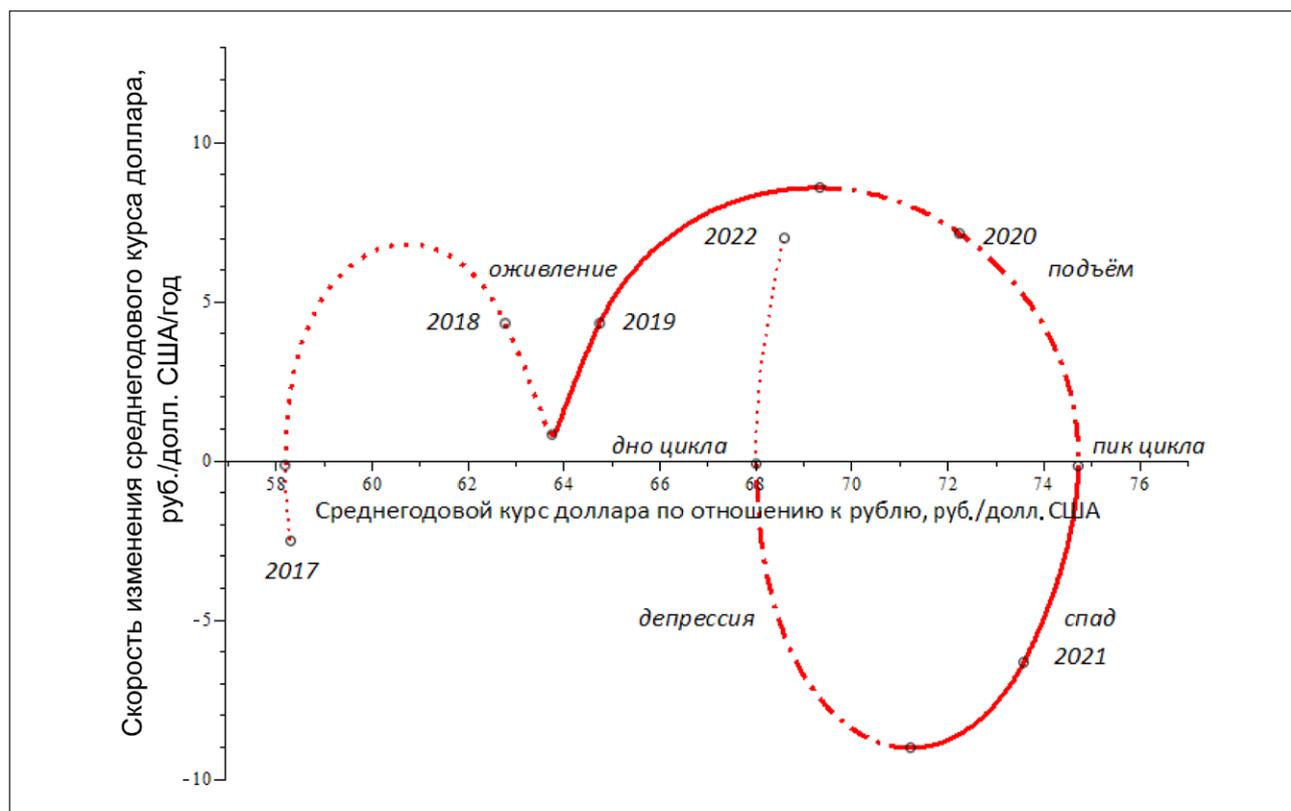


Рис. 5. Фазовый анализ цикличности в динамике среднегодового курса доллара, 2017–2022 гг.

Примечание: составлено авторами на основе источника [3].

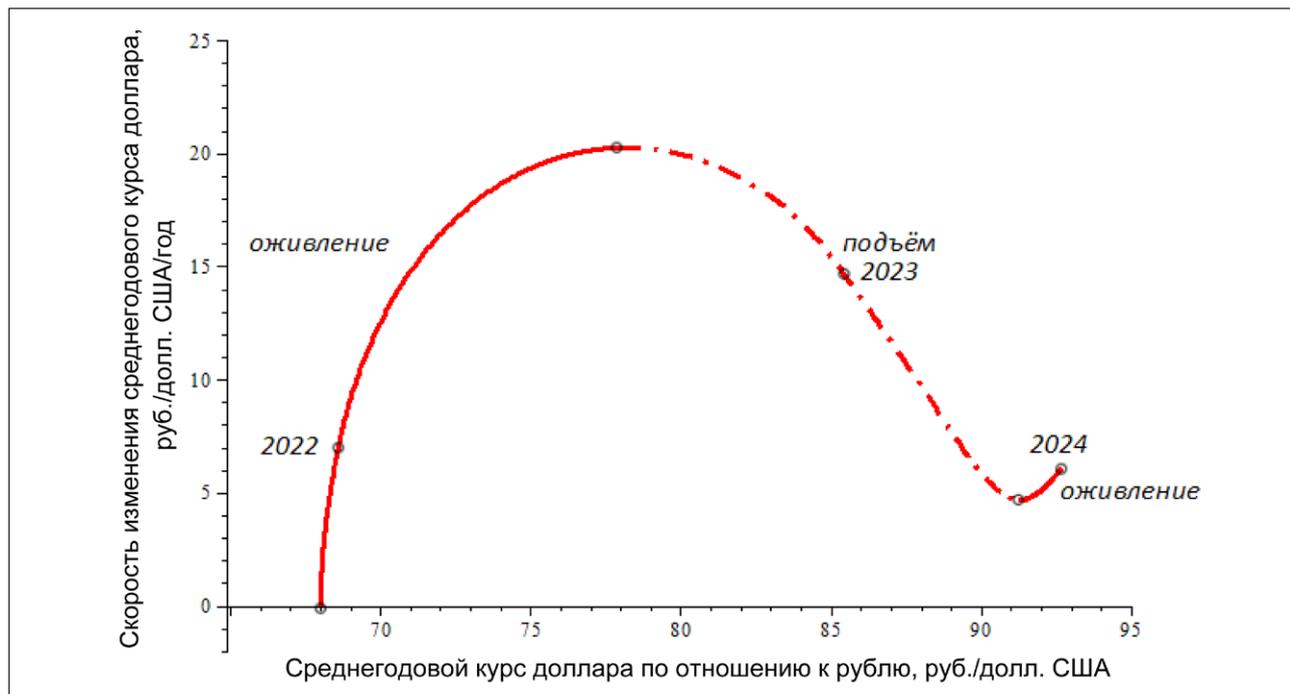


Рис. 6. Фазовый анализ цикличности в динамике среднегодового курса доллара, 2022–2024 гг.

Примечание: составлено авторами на основе источника [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фазовый анализ выявил некоторые закономерности в циклическом изменении курса доллара по отношению к рублю с 2007 по 2024 г. В первую очередь это устойчивое смещение циклов вправо, демонстрирующее общую тенденцию роста. Фазы роста курса доллара в циклах заметно преобладают над фазами снижения по значениям максимальной скорости и продолжительности. Фазовая траектория неоднократно выявляет и циклы роста, которые образуются фазами роста с ускорением и замедлением, но не происходит перехода в фазы снижения.

Фазовые траектории позволяют определять основные характеристики цикличности в динамике курса доллара, наблюдать их ка-

чественное поведение, графически изображают, с какой скоростью происходят изменения с течением времени. Фазовый анализ дает более глубокое понимание динамики, метрических и хронологических характеристик цикличности. Фазовый анализ цикличности может быть применен для изучения того, как качественное поведение процесса корректируется изменением воздействующих факторов. Он должен дать схему различных потенциальных действий и критических значений параметров, при которых можно изменять фазовую траекторию цикла. Фазовый анализ цикличности должен помочь и в изучении внезапных изменений в поведении процесса, которые могут происходить в условиях кризисов.

Список источников

1. Anjum H., Malik F. Forecasting risk in the US Dollar exchange rate under volatility shifts // *The North American Journal of Economics and Finance*. 2020. Vol. 54. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2020.101257>.
2. Mensah L., Obi P., Bokpin G. Cointegration test of oil price and us dollar exchange rates for some oil dependent economies // *Research in International Business and Finance*. 2017. Vol. 42. P. 304–311. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.141>.

References

1. Anjum H., Malik F. Forecasting risk in the US Dollar exchange rate under volatility shifts. *The North American Journal of Economics and Finance*. 2020;54. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2020.101257>.
2. Mensah L., Obi P., Bokpin G. Cointegration test of oil price and us dollar exchange rates for some oil dependent economies. *Research in International Business and Finance*. 2017;42:304–311. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.141>.

3. Официальные курсы валют на заданную дату, устанавливаемые ежедневно // Банк России : офиц. сайт. URL: https://www.cbr.ru/currency_base/daily/ (дата обращения: 06.01.2025).
4. Ali K. K., Faridi W. A., Tarla S. Phase trajectories and Chaos theory for dynamical demonstration and explicit propagating wave formation // *Chaos, Solitons & Fractals*. 2024. Vol. 182. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2024.114766>.
5. Skare M., Gil-Alana L. A., Porada-Rochon M. Isolating financial cycles using the fractional cyclical model in selected economies: 1970–2019 // *Structural Change and Economic Dynamics*. 2025. Vol. 72. P. 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.10.001>.
6. Безуглов Д. А., Крутов В. А., Швачко О. В. Метод дифференцирования сигналов с использованием сплайн-аппроксимации // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 4–1. С. 24–28.
7. Кorablev Ю. А. Метод восстановления функции по интегралам для анализа и прогнозирования редких событий в экономике // *Экономика и математические методы*. 2020. Т. 56, № 3. С. 113–124. <https://doi.org/10.31857/S042473880010485-2>.
8. Ильясов Р. Х. Особенности влияния экономического роста на динамику выбросов углерода в Соединенных Штатах и Китае: сплайн-анализ // *Социально-экономические и финансовые аспекты развития Российской Федерации и ее регионов в современных условиях : материалы IV Всерос. науч.-практич. конф., 04–05 мая 2023 г., г. Грозный. Грозный : Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова, 2023. Т. 4. С. 398–406. <https://doi.org/10.36684/95-1-2023-398-406>.*
9. Ильясов Р. Х. Динамика задолженности по жилищным кредитам в Республике Татарстан: фазовый анализ цикличности // *Вестник Чеченского государственного университета им. А. А. Кадырова*. 2024. № 2. С. 14–22. <https://doi.org/10.36684/chesu-2024-2-54-14-22>.
10. Lyeonov S., Strielkowski W., Koibichuk V. et al. Impact of Internet and mobile communication on cyber resilience: A multivariate adaptive regression spline modeling approach // *International Journal of Critical Infrastructure Protection*. 2024. Vol. 47. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2024.100722>.
11. Luo S., Kong X., Nie T. Spline based survival model for credit risk modeling // *European Journal of Operational Research*. 2016. Vol. 253, no. 3. P. 869–879.
3. Ofitsialnye kursy valyut na zadannuyu datu, ustanavli-vaemye ezhednevno. Bank Rossii. URL: https://www.cbr.ru/currency_base/daily/ (accessed: 06.01.2025). (In Russ.).
4. Ali K. K., Faridi W. A., Tarla S. Phase trajectories and Chaos theory for dynamical demonstration and explicit propagating wave formation. *Chaos, Solitons & Fractals*. 2024;182. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2024.114766>.
5. Skare M., Gil-Alana L. A., Porada-Rochon M. Isolating financial cycles using the fractional cyclical model in selected economies: 1970–2019. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2025;72:67–77. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.10.001>.
6. Bezuglov D. A., Krutov V. A., Shvachko O. V. The method of differentiation of signals using spline-approximation. *Fundamental Research*. 2017;(4–1): 24–28. (In Russ.).
7. Korablev Y. A. The function restoration method by integrals for analysis and forecasting of rare events in the economy. *Economics and the Mathematical Methods*. 2020;56(3):113–124. <https://doi.org/10.31857/S042473880010485-2>. (In Russ.).
8. Ilyasov R. Kh. Features of the impact of economic growth on the dynamics of carbon emissions in the United States and China: a spline analysis. In: *Proceedings of 4th All-Russian Research-to-Practice Conference “Sotsialno-ekonomicheskie i finansovye aspekty razvitiya RF i yeye regionov v sovremennykh usloviyakh”*, May 4–5, 2023, Grozny. Grozny: Kadyrov Chechen State University; 2023. Vol. 4. p. 398–406. <https://doi.org/10.36684/95-1-2023-398-406>. (In Russ.).
9. Ilyasov R. H. Dynamics of housing loan debt in the republic of Tatarstan: Phase analysis of cyclicity. *Bulletin of Kadyrov Chechen State University*. 2024;(2):14–22. <https://doi.org/10.36684/chesu-2024-2-54-14-22>. (In Russ.).
10. Lyeonov S., Strielkowski W., Koibichuk V. et al. Impact of Internet and mobile communication on cyber resilience: A multivariate adaptive regression spline modeling approach. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*. 2024;47. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2024.100722>.
11. Luo S., Kong X., Nie T. Spline based survival model for credit risk modeling. *European Journal of Operational Research*. 2016;253(3):869–879.

Информация об авторах

Р. Х. Ильясов – доктор экономических наук, доцент;
<https://orcid.org/0000-0001-7040-798X>,
ilyasov_95@mail.ru

Н. В. Пучкова – кандидат экономических наук, доцент;
<https://orcid.org/0000-0003-1889-1676>,
puchkova_nv@surgu.ru[✉]

About the authors

R. Kh. Ilyasov – Doctor of Sciences (Economics), Docent;
<https://orcid.org/0000-0001-7040-798X>,
ilyasov_95@mail.ru

N. V. Puchkova – Candidate of Sciences (Economics), Docent;
<https://orcid.org/0000-0003-1889-1676>,
puchkova_nv@surgu.ru[✉]