



БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ЭКОНОМИКА

JOURNAL
OF THE BELARUSIAN STATE UNIVERSITY

ECONOMICS

Издается с января 1969 г.
(до 2017 г. – под названием «Веснік БДУ.
Серыя 3, Гісторыя. Эканоміка. Права»)

Выходит один раз в полугодие

2

2020

МИНСК
БГУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Главный редактор** **КОВАЛЕВ М. М.** – доктор физико-математических наук, профессор; профессор кафедры аналитической экономики экономического факультета Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
E-mail: kovalev@bsu.by
- Заместитель
главного
редактора** **ЛЕМЕЩЕНКО П. С.** – доктор экономических наук, профессор; заведующий кафедрой теоретической и институциональной экономики экономического факультета Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
E-mail: liamp@bsu.by
- Ответственный
секретарь** **ГОСПОДАРИК Е. Г.** – кандидат экономических наук, доцент; заведующий кафедрой аналитической экономики и эконометрики экономического факультета Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
E-mail: gospodarik@bsu.by
- Аузан А. А.* Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия.
- Воробьев В. А.* Белорусский государственный экономический университет, Минск, Беларусь.
- Гриценко А. А.* Институт экономики и прогнозирования Национальной академии наук Украины, Киев, Украина.
- Давыденко Е. Л.* Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
- Данильченко А. В.* Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь.
- Королева А. А.* Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
- Несветайлова А.* Городской центр исследований политической экономики Лондонского университета, Лондон, Великобритания.
- Нуреев Р. М.* Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия.
- Петренко Е. С.* Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия.
- Рязанов В. Т.* Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия.
- Салаходжаев Р. Ф.* Консалтингово-исследовательский центр ERGO Research & Advisory; Международный Вестминстерский университет в Ташкенте, Узбекистан.
- Хацкевич Г. А.* Институт бизнеса и менеджмента технологий Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.
- Шаховская Л. С.* Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief **KOVALEV M. M.**, doctor of science (physics and mathematics), full professor; professor at the department of analytical economics and econometrics of the faculty of economics of the Belarusian State University, Minsk, Belarus.
E-mail: kovalev@bsu.by

Deputy editor-in-chief **LIAMESHCANKA P. S.**, doctor of science (economics), full professor; head of the department of theoretical and institutional economics of the faculty of economics of the Belarusian State University, Minsk, Belarus.
E-mail: liamp@bsu.by

Executive secretary **GOSPODARIK C. G.**, PhD (economics), docent; head of the analytical economics and econometrics department, faculty of economics, Belarusian State University, Minsk, Belarus.
E-mail: gospodarik@bsu.by

- Auzan A. A.* Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.
Vorob'ev V. A. Belarusian State Economic University, Minsk, Belarus.
Gritsenko A. A. Institute for Economics and Forecasting of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
Davydenko E. L. Belarusian State University, Minsk, Belarus.
Danilchanka A. V. Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus.
Koroleva A. A. Belarusian State University, Minsk, Belarus.
Nesvetailova A. City Political Economy Research Centre of the University of London, London, United Kingdom.
Nureev R. M. Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia; National Research University «Higher School of Economics», Moscow, Russia.
Petrenko Y. S. Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia.
Ryazanov V. T. Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia.
Salahodjaev R. F. Consulting and research center ERGO Research & Advisory; Westminster International University in Tashkent, Uzbekistan.
Khatskevich G. A. School of Business and Management of Technology of the Belarusian State University, Minsk, Belarus.
Shakhovskaya L. S. Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia.

КЛАССИФИКАЦИЯ САТО – БЕКМАНА УЧЕТА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА: ГЕНЕЗИС, ОБОБЩЕНИЕ И ДОПОЛНЕНИЕ**Г. А. ХАЦКЕВИЧ¹⁾, А. Ф. ПРОНЕВИЧ²⁾**¹⁾*Институт бизнеса Белорусского государственного университета,
ул. Обойная, 7, 220004, г. Минск, Беларусь*²⁾*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,
ул. Э. Ожешко, 22, 230023, г. Гродно, Беларусь*

Рассмотрены обратные задачи восстановления динамических агрегированных производственных функций, исходя из заданных условий нейтральности научно-технического прогресса. Описаны множества производственных функций, учитывающих научно-технический прогресс, нейтральный по Хиксу, Харроду и Солоу. Приведена классификация Сато – Бекмана нейтральности научно-технического прогресса для линейно-однородных производственных функций. Классификация Сато – Бекмана обобщена и дополнена новыми условиями нейтральности научно-технического прогресса на общий случай аналитического задания динамической производственной функции. Рассмотрен ряд случаев нейтральности научно-технического прогресса, основанных на инвариантных зависимостях между тремя экономико-математическими характеристиками динамической производственной функции: эластичности выпуска по капиталу, эластичности выпуска по труду и фондовооруженности труда (фондоотдаче, производительности труда, средней отдаче обобщенного ресурса). По статистическим данным за 1990–2018 гг., для моделирования экономического роста Республики Беларусь разработана модель динамической производственной функции, учитывающая научно-технический прогресс, нейтральный по Хиксу.

Ключевые слова: научно-технический прогресс; производственная функция; нейтральность по Хиксу; нейтральность по Харроду; нейтральность по Солоу.

Образец цитирования:

Хацкевич ГА, Проневич АФ. Классификация Сато – Бекмана учета научно-технического прогресса: генезис, обобщение и дополнение. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* 2020;2:4–17.

For citation:

Khatskevich GA, Pranevich AF. Sato – Beckmann classification of accounting for technological progress: genesis, generalisation, and extension. *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2020;2:4–17. Russian.

Авторы:

Геннадий Алексеевич Хацкевич – доктор экономических наук, профессор; заведующий кафедрой бизнес-администрирования.

Андрей Францевич Проневич – кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры математического и информационного обеспечения экономических систем.

Authors:

Guennadi A. Khatskevich, doctor of science (economics), full professor; head of the department of business administration. khatskevich@sbmt.by

Andrei F. Pranevich, PhD (mathematics and physics), docent; associate professor at the department of mathematics and computer science for economic systems, faculty of economics and management.

pranevich@grsu.by

SATO – BECKMANN CLASSIFICATION OF ACCOUNTING FOR TECHNOLOGICAL PROGRESS: GENESIS, GENERALISATION, AND EXTENSION

G. A. KHATSKEVICH^a, A. F. PRANEVICH^b

^a*School of Business, Belarusian State University, 7 Špaliernaja Street, Minsk 220004, Belarus*

^b*Yanka Kupala State University of Grodno, 22 E. Ažeška Street, Hrodna 230023, Belarus*

Corresponding author: A. F. Pranevich (pranevich@grsu.by)

In this paper, we consider inverse problems of identifying dynamic aggregated production functions from given conditions of neutrality of technological progress. Sets of production functions with Hicks neutral technological progress, Harrod neutral technological progress, and Solow neutral technological progress are described. The Sato – Beckmann classification of neutrality of technological progress for linear-homogeneous production functions is given. The Sato – Beckmann classification is generalised for general case of dynamic production function. Also, we supplemented the Sato – Beckmann classification with new conditions of neutrality of technological progress and obtained the corresponding forms of dynamic production functions. Using dependencies between three economic and mathematical characteristics of dynamic production function (elasticity of output with respect to capital, elasticity of output with respect to labour, and the factor proportions, the output-capital ratio, the output-labour ratio, the average product of generalised factor), we obtain new cases of neutrality of technological progress. By statistical data for 1990–2018, we built the dynamic production function with Hicks neutral technological progress for modeling the economic growth of the Republic of Belarus.

Keywords: technological progress; production function; Hicks neutrality; Harrod neutrality; Solow neutrality.

Введение

Начиная с 1920-х гг. исследователи пытались понять, в чем состоит научно-технический прогресс (НТП) с точки зрения макроэкономической динамики, какие экономические показатели он оставляет неизменными (нейтральными, инвариантными) во времени, а какие изменяет. Одна из первых классификаций НТП была предложена в 1920 г. профессором Кембриджского университета А. С. Пигу в работе «Экономическая теория благосостояния»: «...изобретения или нововведения, уменьшающие отношение капитала к труду в той отрасли, где они внедряются, будут капиталосберегающими, изобретения или нововведения, увеличивающие это отношение, – трудосберегающими, а изобретения или нововведения, оставляющие его неизменным, – нейтральными»¹ [1, p. 719]. В 1932 г. Дж. Р. Хикс в книге «Теория заработной платы», проанализировав разработанный А. С. Пигу подход, подверг его критике и предложил свою классификацию, основанную на изменении с течением времени предельной нормы технического замещения факторов производства: «Если рассматривать два фактора, труд и капитал, то изобретения можно классифицировать в соответствии с тем, увеличивают ли они, оставляют неизменным либо уменьшают отношение предельной производительности капитала к предельной производительности труда по сравнению с ее первоначальным состоянием. Такие изобретения будем называть трудосберегающими, нейтральными и капиталосберегающими соответственно» [2, p. 121–122]. Далее Дж. В. Робинсон в своей монографии «Очерки по теории занятости» при обсуждении влияния технологий на положения долгосрочного равновесия в теории занятости применяла классификацию НТП Хикса при дополнительном условии: «фондовооруженность труда является величиной постоянной» [3, с. 96–97]. В дальнейшем данная модификация определения нейтральности НТП по Хиксу получила широкое распространение (см., например, [4–10]) и сейчас в научной литературе используется в качестве основного понятия.

Идея еще одной классификации НТП была заложена Р. Ф. Харродом в рецензии [11] на книгу Дж. В. Робинсон «Очерки по теории занятости» [3] и позднее в расширенном виде представлена в его монографии «К динамической экономической теории» [12, p. 22–27]. Подробному и глубокому изучению вопросов истории возникновения и становления понятия «нейтральность НТП по Харроду», а также возможности его использования в теории экономического роста (через дискуссии и переписку Р. Ф. Харрода с экономистами Н. Калдором, Р. Ф. Каном, Дж. М. Кейнсом, Дж. В. Робинсон, П. Сраффа, Р. Дж. Хоутри и др.) посвящена работа профессора Д. Бесоми [13].

Понятие «нейтральность НТП по Солоу», которое является симметричным по отношению к понятию «нейтральность НТП по Харроду», было введено и использовано в работе американского экономиста Р. М. Солоу [14].

¹Здесь и далее перевод наш. – Г. Х., А. П.

Вехи становления и развития теории НТП, его влияние на экономический рост, а также обзор научной литературы по этому направлению приведены в монографиях [7–10; 15]. В настоящее время экономико-математический анализ НТП наиболее полно проводится с помощью теории производственных функций [8; 16; 17].

Рассмотрим динамическую агрегированную производственную функцию (ПФ)

$$Y = F(K, L, t), \quad (1)$$

где Y – выпуск продукции, K – капитал, L – труд, t – параметр времени из числового луча $\mathbf{R}_+ = [0; +\infty)$, каждое значение которого выражает определенный уровень НТП, а неотрицательная функция F является дважды непрерывно дифференцируемой на множестве $D = G \times \mathbf{R}_+$, экономическая область $G \subset \mathbf{R}_+^2 = \{(K, L) : K \geq 0, L \geq 0\}$.

Каждая из динамических двухфакторных ПФ (1) характеризуется рядом экономико-математических показателей [16, с. 47–77; 17, с. 14–31].

1. Средняя производительность капитала (труда)

$$AP_K(F) = \frac{F(K, L)}{K} \left(AP_L(F) = \frac{F(K, L)}{L} \right)$$

показывает среднюю отдачу каждой единицы капитала (труда) при заданном уровне НТП.

2. Предельная производительность капитала (труда)

$$MP_K(F) = \frac{\partial F(K, L)}{\partial K} \left(MP_L(F) = \frac{\partial F(K, L)}{\partial L} \right)$$

приблизительно передает, на сколько изменится объем выпуска продукции в случае использования дополнительной единицы капитала (труда) и неизменного количества труда (капитала) при заданном уровне НТП.

3. Эластичность выпуска по капиталу (труду)

$$E_K(F) = \frac{MP_K(F)}{AP_K(F)} \equiv \frac{K}{F(K, L)} \frac{\partial F(K, L)}{\partial K} \left(E_L(F) = \frac{MP_L(F)}{AP_L(F)} \equiv \frac{L}{F(K, L)} \frac{\partial F(K, L)}{\partial L} \right)$$

при заданном уровне НТП приблизительно представляет, на сколько процентов изменится объем продукции при изменении капитала (труда) на 1 % и неизменном количестве труда (капитала).

4. Эластичность производства, или эластичность выпуска по масштабу производства

$$E(F) = \lim_{t \rightarrow 1} \frac{t}{F(tK, tL)} \frac{\partial F(tK, tL)}{\partial t} \equiv E_K(F) + E_L(F)$$

при заданном уровне НТП приблизительно показывает, на сколько процентов изменится объем выпуска продукции, если масштаб использования факторов изменится на 1 %.

5. Предельная норма технического замещения (труда капиталом)

$$MRTS_{LK}(F) = \frac{\partial F(K, L)}{\partial L} : \frac{\partial F(K, L)}{\partial K}$$

является для ПФ (1) характеристикой первого порядка (относительно производных) и при заданном уровне НТП приблизительно показывает, на сколько процентов нужно увеличить или уменьшить применение капитала K при уменьшении или увеличении труда L на 1 %. Графически же характеристика $MRTS$ представляется тангенсом угла наклона касательной к изокванте ПФ в точке, указывающей необходимые объемы труда и капитала для производства заданного объема продукции. Предельная норма

технического замещения (замещения капитала труда) $MRTS_{KL}(F) = \frac{1}{MRTS_{LK}(F)}$.

6. Эластичность замещения по Хиксу (замещения труда капиталом)

$$\sigma(F) = \frac{d\left(\frac{K}{L}\right)}{\frac{K}{L}} : \frac{dMRTS_{LK}(F)}{MRTS_{LK}(F)} = \frac{d \ln\left(\frac{K}{L}\right)}{d \ln MRTS_{LK}(F)} \text{ при } F(K, L, t) = \text{const}$$

при заданном уровне НТП приближенно показывает, на сколько процентов изменится фондовооруженность труда $k = \frac{K}{L}$, если предельная норма технического замещения $MRTS_{LK}(F)$ изменится на 1 %.

Предполагается, что НТП воздействует на введенные экономико-математические характеристики производственного процесса и приводит к их изменению. Основой для классификации различных типов НТП является сохранение во времени определенных зависимостей между этими характеристиками. Следуя [15, с. 233], НТП будем называть N -нейтральным, если при некоторой функции N имеет место тождество:

$$N(AP_K, AP_L, MP_K, MP_L, E_K, E_L, MRTS_{LK}, \sigma, k) = 0. \quad (2)$$

Так, при $N_1 = MRTS_{LK} - h(k)$, $N_2 = MP_K - h(AP_K)$ и $N_3 = MP_L - h(AP_L)$, где h – некоторая функция, получаем НТП, нейтральный по Хиксу [2, р. 121–122; 7, с. 434], Харроду [12, р. 22–27; 7, с. 435] и Солоу [14; 15, с. 235] соответственно. Например, динамическая ПФ Кобба – Дугласа – Тинбергена [18]

$$Y = aK^\alpha L^\beta e^{\gamma t}, \quad a > 0, \quad \alpha, \beta, \gamma \neq 0, \quad (3)$$

учитывает НТП, одновременно нейтральный по Хиксу, Харроду и Солоу, так как для нее предельная норма замещения труда капиталом $MRTS_{LK}(Y) = \frac{\beta}{\alpha}k$, а предельные производительности капитала и труда $MP_K(Y) = \alpha AP_K(Y)$ и $MP_L(Y) = \beta AP_L(Y)$.

Общий вид агрегированных динамических ПФ, учитывающих НТП, нейтральный по Хиксу, Харроду и Солоу, описывают теоремы 1 и 2, а классификация типов экономического развития представлена в табл. 1.

Теорема 1. Динамическая агрегированная ПФ (1) учитывает:

1) НТП, нейтральный по Хиксу, тогда и только тогда, когда ее можно представить в аналитическом виде [19] $Y = \Phi(\Psi(K, L), t)$, где Φ – некоторая неотрицательная непрерывно дифференцируемая функция переменных Ψ и t , а Ψ – линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция;

2) НТП, нейтральный по Харроду, тогда и только тогда, когда ее можно представить в аналитическом виде [20] $Y = \Phi(K, \Psi(L, t))$, где Φ – некоторая неотрицательная линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция переменных K и Ψ , а Ψ – непрерывно дифференцируемая функция от L и t ;

3) НТП, нейтральный по Солоу, тогда и только тогда, когда ее можно представить в аналитическом виде [19] $Y = \Phi(\Psi(K, t), L)$, где Φ – некоторая неотрицательная линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция переменных Ψ и L , а Ψ – непрерывно дифференцируемая функция от K и t .

Например, однородную степени $\alpha + \beta$ ПФ Кобба – Дугласа – Тинбергена (3), учитывающую НТП, нейтральный по Солоу, по теореме 1 можно представить как сложную функцию вида (3) с внешней линейно-однородной функцией $\Phi(\Psi, L) = a\Psi^{1-\beta}L^\beta$ и внутренней функцией $\Psi(K, t) = K^{\frac{\alpha}{1-\beta}}e^{\frac{\gamma t}{1-\beta}}$.

В случае когда ПФ (1) является линейно-однородной, из теоремы 1 следует теорема 2.

Теорема 2. Линейно-однородная динамическая ПФ (1) учитывает:

1) НТП, нейтральный по Хиксу, если и только если она может быть представлена в аналитической форме (см., например, [5]): $Y = A(t)\Phi(K, L)$;

2) НТП, нейтральный по Харроду, если и только если она может быть представлена в аналитической форме [21; 4]: $Y = \Phi(K, C(t)L)$;

3) НТП, нейтральный по Солоу, если и только если она может быть представлена в аналитической форме (см. [5]): $Y = \Phi(B(t)K, L)$, где Φ – неотрицательная линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция, а строго возрастающие функции A , B и C такие, что $A(0) = B(0) = C(0) = 1$ есть индексы НТП.

Таблица 1

Классификация типов НТП

Table 1

Classification of types of technological progress

Тип НТП	По Хиксу $\left(\frac{K}{L} = \text{const}\right)$	По Харроду $\left(\frac{Y}{K} = \text{const}\right)$	По Солоу $\left(\frac{Y}{L} = \text{const}\right)$
Трудоемкий	$\partial_t MRTS_{LK}(Y) > 0$	$\partial_t MP_K(Y) < 0$	$\partial_t MP_L(Y) > 0$
Нейтральный	$\partial_t MRTS_{LK}(Y) = 0$	$\partial_t MP_K(Y) = 0$	$\partial_t MP_L(Y) = 0$
Капиталоемкий	$\partial_t MRTS_{LK}(Y) < 0$	$\partial_t MP_K(Y) > 0$	$\partial_t MP_L(Y) < 0$

Примечание. Через ∂_t обозначена частная производная по параметру t НТП.

Источник: собственная разработка по материалам монографий [7, с. 433–442; 8, с. 83–91].

Для линейно-однородных динамических ПФ (1) в [5] Р. Сато и М. Бекман в зависимости от инвариантности относительно НТП различных соотношений между основными экономико-математическими характеристиками ПФ ввели всевозможные определения N -нейтральности НТП (рассмотрены 15 случаев) и получили соответствующие им аналитические представления линейно-однородных динамических ПФ. Приведенная классификация различных типов N -нейтральности НТП была апробирована на статистических данных США, Японии и Германии [22]. Аналитические формы линейно-однородных динамических ПФ, которые одновременно учитывают разные типы N -нейтральности по классификации Сато – Бекмана, были выделены в [23].

В данной работе типы нейтральности по классификации Сато – Бекмана обобщены на случай, когда ПФ необязательно являются линейно-однородными. Рассмотрены также случаи нейтральности НТП, не учтенные в этой классификации. Способ нахождения аналитических видов динамических ПФ (1) основан на решении уравнений в частных производных первого порядка методом характеристик. Статья продолжает исследования [24–28] по выделению аналитических классов ПФ, обладающих заданными экономико-математическими характеристиками.

Классификация Сато – Бекмана, ее обобщение и дополнение

Наиболее полная классификация различных типов N -нейтральности НТП проведена Р. Сато и М. Бекманом в 1968 г. [5] для линейно-однородных ПФ (1) в зависимости от различных двух экономико-математических характеристик, упомянутых ранее и входящих в условие связи (2). Типы N -нейтральности НТП и аналитический вид линейно-однородной ПФ $F(K, L, t)$ представлены в табл. 2. В типах НТП 6, 7, 11 и 12 для ПФ F задана в неявной форме, а в типе 15 F не зависит от параметра t НТП.

Таблица 2

Классификация Сато – Бекмана нейтральности НТП для линейно-однородных ПФ

Table 2

Sato – Beckmann classification of neutrality of technological progress for linear-homogeneous production functions

Тип N -нейтральности	Тип N -нейтральности НТП	Аналитический вид ПФ
1	НТП, нейтральный по Хиксу $MRTS_{KL}(F) = h\left(\frac{L}{K}\right)$	$F(K, L, t) = A(t)\Phi(K, L)$
2	НТП, нейтральный по Харроду $MP_K(F) = h\left(\frac{Y}{K}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K, A(t)L)$

Тип N -нейтральности	Тип N -нейтральности НТП	Аналитический вид ПФ
3	НТП, нейтральный по Солоу $MP_L(F) = h\left(\frac{Y}{L}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(A(t)K, L)$
4	$MP_L(F) = h\left(\frac{Y}{K}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K, L + A(t)K)$
5	$MP_K(F) = h\left(\frac{Y}{L}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K + A(t)L, L)$
6	НТП, нейтральный по анти-Хиксу I $MRTS_{KL}(F) = h\left(\frac{Y}{K}\right)$	$\varphi\left(\frac{F}{K}\right) + \frac{L}{F} = A(t)$
7	НТП, нейтральный по анти-Хиксу II $MRTS_{LK}(F) = h\left(\frac{Y}{L}\right)$	$\varphi\left(\frac{F}{L}\right) + \frac{K}{F} = A(t)$
8	$MP_L(F) = h\left(\frac{L}{K}\right)$	$F(K, L, t) = A(t)K + \Phi(K, L)$
9	$MP_K(F) = h\left(\frac{K}{L}\right)$	$F(K, L, t) = A(t)L + \Phi(K, L)$
10	$\sigma(F) = h\left(\frac{L}{K}\right)$	$F(K, L, t) = A(t)K \exp \int \frac{dx}{x + B(t) \exp \int \frac{dx}{x h(x)}} \Big _{x=\frac{L}{K}}$
11	$\sigma(F) = h\left(\frac{Y}{K}\right)$	$\frac{L}{K} = A(t) \exp \int \frac{dy}{y - B(t) \exp \int \frac{h(y) dy}{y}} \Big _{y=\frac{F}{K}}$
12	$\sigma(F) = h\left(\frac{Y}{L}\right)$	$\frac{K}{L} = A(t) \exp \int \frac{dz}{z - B(t) \exp \int \frac{h(z) dz}{z}} \Big _{z=\frac{F}{L}}$
13	$\sigma(F) = h(MRTS_{KL}(F))$	$F(K, L, t) = A(t)K \exp \int \frac{dx}{x + h(B(t)x)} \Big _{x=\frac{L}{K}}$
14	НТП, нейтральный по Сато $\sigma(F) = h(E_L(F))$	$F(K, L, t) = \Phi(A(t)K, B(t)L)$
15	$MP_K(F) = h(MP_L(F))$	нет НТП

Примечание. Здесь h и φ – произвольные непрерывно дифференцируемые функции, F и Φ – неотрицательные линейно-однородные непрерывно дифференцируемые функции, A и B – индексы НТП.

Источник: собственная разработка на основании [5].

В классификации Сато – Бекмана особо отметим концепцию нейтральности по Сато (тип НТП 14 в табл. 2): эластичность замещения труда капиталом не изменяется с течением времени при фиксированной эластичности выпуска по труду. Данный тип нейтральности НТП описывается ПФ вида

$F(K, L, t) = \Phi(A(t)K, B(t)L)$, которая определяет капитало- и трудодобавляющий НТП [9, с. 107]. В случае, когда индексы НТП, увеличивающие капитал и труд, равны, т. е. $A(t) = B(t)$, получаем продуктоувеличивающий НТП. А если предположить, что индекс НТП $A(t) = 1$ (индекс НТП $B(t) = 1$), то получим трудодобавляющий НТП (капиталодобавляющий НТП). Таким образом, верно следующее утверждение о связи между подходом, основанном на учете автономного экзогенного НТП, и нейтральностями НТП по Хиксу, Харроду и Солоу.

Предложение [10, с. 74–75]. Пусть динамическая агрегированная ПФ (1) линейно-однородная. Тогда имеют место следующие утверждения:

1) НТП является нейтральным по Хиксу в том и только в том случае, когда он продуктоувеличивающий;

2) НТП является нейтральным по Харроду тогда и только тогда, когда он трудодобавляющий;

3) НТП является нейтральным по Солоу, если и только если он капиталодобавляющий.

Обобщим первые девять типов нейтральности НТП в классификации Сато – Бекмана (табл. 3) на случай, когда ПФ необязательно линейно-однородная, т. е. на общий случай задания динамической ПФ, а также добавим ряд случаев N -нейтральностей НТП (типы 16–18 в табл. 3), рассмотренных в более поздней работе М. Бекмана [19].

Таблица 3

Обобщенная классификация Сато – Бекмана нейтральности НТП

Table 3

Generalised Sato – Beckmann classification of neutrality of technological progress

Тип N -нейтрализации	Тип N -нейтральности НТП	Аналитический вид ПФ
1	НТП, нейтральный по Хиксу $MRTS_{KL}(F) = h\left(\frac{L}{K}\right)$	$F(K, L, t) = \Psi(\Phi(K, L), t)$ [19, с. 12–15]
2	НТП, нейтральный по Харроду $MP_K(F) = h\left(\frac{Y}{K}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K, \Psi(L, t))$ [20]
3	НТП, нейтральный по Солоу $MP_L(F) = h\left(\frac{Y}{L}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(\Psi(K, t)L)$ [19, с. 9–11]
4	$MP_L(F) = h\left(\frac{Y}{K}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K, L + K\Psi(K, t))$
5	$MP_K(F) = h\left(\frac{Y}{L}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K + L\Psi(L, t)L)$
6	НТП, нейтральный по анти-Хиксу I $MRTS_{KL}(F) = h\left(\frac{Y}{K}\right)$	$\varphi\left(\frac{F}{K}\right) + \frac{L}{F} + \psi(F, t) = 0$
7	НТП, нейтральный по анти-Хиксу II $MRTS_{LK}(F) = h\left(\frac{Y}{L}\right)$	$\varphi\left(\frac{F}{L}\right) + \frac{K}{F} + \psi(F, t) = 0$
8	$MP_L(F) = h\left(\frac{L}{K}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K, L) + \Psi(K, t)$
9	$MP_K(F) = h\left(\frac{K}{L}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K, L) + \Psi(L, t)$

Тип N -нейтрализации	Тип N -нейтральности НТП	Аналитический вид ПФ
16	$L \cdot MP_L(F) = h(F)$	$F(K, L, t) = \varphi(L \psi(K, t))$ [19, с. 5–7]
17	$E_L(F) = h(L)$	$F(K, L, t) = \varphi(K, t) \psi(L)$ [19, с. 8–9]
18	НТП, нейтральный по Бекману $\sigma(F) = h\left(\frac{K}{L} MRTS_{KL}(F)\right)$	$F(K, L, t) = \Psi(\Phi(A(t)K, L)t)$ [19, с. 15–19]
19	$L \cdot MP_L(F) = h\left(\frac{F}{K}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K, \ln L + K \Psi(K, t))$
20	$L \cdot MP_L(F) = h(L)$	$F(K, L, t) = \varphi(L) + \psi(K, t)$
21	$L \cdot MP_L(F) = h(K)$	$F(K, L, t) = h(K) \ln L + \Psi(K, t)$
22	$K \cdot MP_K(F) = h(F)$	$F(K, L, t) = \varphi(K \psi(L, t))$
23	$K \cdot MP_K(F) = h\left(\frac{F}{L}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(\ln K + L \Psi(L, t)L)$
24	$K \cdot MP_K(F) = h(L)$	$F(K, L, t) = h(L) \ln K + \Psi(L, t)$
25	$K \cdot MP_K(F) = h(K)$	$F(K, L, t) = \varphi(K) + \psi(L, t)$
26	$E_L(F) = h(K)$	$F(K, L, t) = \Psi(K, t) \exp(h(K) \ln L)$
27	$E_L(F) = h\left(\frac{K}{L}\right)$	$F(K, L, t) = \varphi\left(\frac{K}{L}\right) \psi(K, t)$
28	$E_L(F) = h\left(\frac{F}{L}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(\Psi(K, t)L)$
29	$E_L(F) = h\left(\frac{F}{K}\right)$	$F(K, L, t) = K \cdot \psi(\ln L + \varphi(K, t))$
30	$E_K(F) = h(K)$	$F(K, L, t) = \varphi(L, t) \cdot \psi(K)$
31	$E_K(F) = h(L)$	$F(K, L, t) = \Psi(L, t) \exp(h(L) \ln K)$
32	$E_K(F) = h\left(\frac{K}{L}\right)$	$F(K, L, t) = \varphi\left(\frac{K}{L}\right) \psi(L, t)$
33	$E_K(F) = h\left(\frac{F}{K}\right)$	$F(K, L, t) = \Phi(K, \Psi(L, t))$
34	$E_K(F) = h\left(\frac{F}{L}\right)$	$F(K, L, t) = L \cdot \psi(\ln K + \varphi(L, t))$

Примечание. Здесь h, φ, ψ, F и Ψ – произвольные непрерывно дифференцируемые функции, Φ – некоторая линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция, A – индекс НТП.

Источники: собственная разработка; для типов НТП 1–3 и 16–18 использованы результаты [19; 20].

Новые типы (19–34 (см. табл. 3)) N -нейтральности НТП основаны на функциональной связи между одной или двумя экономико-математическими характеристиками ПФ (1). При этом для установления аналитических форм ПФ, соответствующих N -нейтральности НТП, используем метод характеристик решения уравнений в частных производных.

Рассмотрим ряд типов N -нейтральности НТП, основанных на инвариантных зависимостях (2) между тремя экономико-математическими характеристиками ПФ (1): эластичностью выпуска по капиталу $E_K(F)$, эластичностью выпуска по труду $E_L(F)$ и фондовооруженностью труда (фондоотдачей, производительностью труда, средней отдачей обобщенного ресурса). НТП является:

1) TEP_1 -нейтральным (*Total Elasticity of Production*), если эластичность производства $E(F) = E_K(F) + E_L(F)$ не изменяется с течением времени при фиксированной фондовооруженности труда, т. е. $E(F) = \text{const}$ при $\frac{K}{L} = \text{const}$;

2) TEP_2 -нейтральным в случае, когда эластичность производства $E(F)$ с течением времени остается прежней при фиксированной фондоотдаче, т. е. $E(F) = \text{const}$ при $\frac{Y}{K} = \text{const}$;

3) TEP_3 -нейтральным, если эластичность $E(F)$ не изменяется с течением времени при фиксированной производительности труда, т. е. $E(F) = \text{const}$ при $\frac{Y}{L} = \text{const}$;

4) TEP_4 -нейтральным, если значение эластичности производства $E(F)$ сохраняется с течением времени при фиксированной средней отдаче обобщенного ресурса (в качестве такого обобщенного ресурса чаще всего рассматривается себестоимость продукции), т. е. $E(F) = \text{const}$ при $\frac{Y}{\alpha K + \beta L} = \text{const} (\alpha, \beta > 0)$.

Аналитические виды ПФ (1), учитывающие TEP_1 – TEP_4 -нейтральные НТП, описываются следующими утверждениями (см. теоремы 3–6, следствия 1 и 2).

Теорема 3. *Динамическая ПФ (1) учитывает TEP_1 -нейтральный НТП тогда и только тогда, когда ее можно представить в аналитическом виде*

$$F(K, L, t) = \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right) \exp\left(h\left(\frac{K}{L}\right) \ln L\right), \quad (4)$$

где Ψ – некоторая неотрицательная непрерывно дифференцируемая функция.

Доказательство. По определению TEP_1 -нейтральности НТП получаем, что ПФ (1) учитывает TEP_1 -нейтральный НТП, если и только если при некоторой непрерывно дифференцируемой функции h имеет место тождество $E(F) = h\left(\frac{K}{L}\right)$.

Необходимость. Пусть ПФ (1) учитывает TEP_1 -нейтральный НТП. Докажем, что динамическую ПФ (1) можно представить в аналитической форме (4). Для этого решим уравнение в частных производных первого порядка

$$K \partial_K F + L \partial_L F = F h\left(\frac{K}{L}\right) \quad (5)$$

с характеристической системой

$$\frac{dK}{K} = \frac{dL}{L} = \frac{dt}{0} = \frac{dF}{F h\left(\frac{K}{L}\right)}. \quad (6)$$

Из уравнений $\frac{dK}{K} = \frac{dL}{L}$ и $\frac{dL}{L} = \frac{dt}{0}$ находим первые интегралы $\frac{K}{L} = C_1$ и $t = C_2$ системы (6), где C_1 и C_2 – произвольные неотрицательные вещественные постоянные.

Из обыкновенного дифференциального уравнения $\frac{dL}{L} = \frac{dF}{Fh\left(\frac{K}{L}\right)}$, с учетом того что $K = C_1L$, опре-

деляем первый интеграл $F \cdot L^{-h(C_1)} = C_3$, или $F \cdot L^{-h\left(\frac{K}{L}\right)} = C_3$, где C_3 – произвольная неотрицательная вещественная постоянная.

Будучи функционально независимыми, первые интегралы $\frac{K}{L} = C_1, t = C_2$ и $F \cdot \exp\left(-h\left(\frac{K}{L}\right)\ln L\right) = C_3$ образуют интегральный базис характеристической системы (6). Тогда соотношение

$$V\left(\frac{K}{L}, t, F \cdot \exp\left(-h\left(\frac{K}{L}\right)\ln L\right)\right) = 0, \quad (7)$$

где V – произвольная дифференцируемая функция трех аргументов, задает в неявном виде решение квазилинейного уравнения (5). При этом на основании теоремы 3.1 из [29, с. 340–341] заключаем, что соотношение (7) определяет общее решение квазилинейного уравнения (5). Ограничиваясь только теми функциями V , для которых функциональное уравнение (7) можно разрешить относительно третьего аргумента (см., например, [30, с. 544–551], получаем решение уравнения (5) в явном виде (4).

Достаточность. Пусть динамическую ПФ (1) возможно представить в аналитической форме (4). Тогда эластичность производства

$$\begin{aligned} E(F) &= \frac{1}{F(K, L, t)}(K \partial_K F(K, L, t) + L \partial_L F(K, L, t)) = \\ &= \frac{1}{F(K, L, t)}\left((u \cdot \Psi'(u) \exp(h(u) \ln L) + u \cdot \ln L h'(u) F(K, L, t)) - \right. \\ &\left. - (u \cdot \Psi'(u) \exp(h(u) \ln L) + u \cdot \ln L h'(u) F(K, L, t) - h(u) F(K, L, t))\right) \Big|_{u=\frac{K}{L}} = h\left(\frac{K}{L}\right), \end{aligned}$$

а значит, ПФ (4) учитывает TEP_1 -нейтральный НТП.

Отметим, что в классе динамических ПФ (4), учитывающих TEP_1 -нейтральный НТП, содержится множество однородных ПФ степени $q \in \mathbf{R} \setminus \{0\}$ относительно факторов производства K и L , где \mathbf{R} – множество действительных чисел. При $h\left(\frac{K}{L}\right) = q$ имеем

$$F(K, L, t) = \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right) \exp(q \ln L) = L^q \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right) = L^q \Phi\left(\frac{K}{L}, 1, t\right) = \Phi(K, L, t),$$

где Φ – произвольная неотрицательная однородная степени q – непрерывно дифференцируемая функция.

Класс ПФ, который учитывает TEP_2 -нейтральный НТП, описывает теорема 4.

Теорема 4. *Динамическая ПФ (1) учитывает TEP_2 -нейтральный НТП, если и только если ее можно представить в аналитической форме*

$$F(K, L, t) = \Phi\left(K, \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right)\right), \quad (8)$$

где Φ – некоторая неотрицательная линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция, а Ψ – непрерывно дифференцируемая функция.

Доказательство. По определению TEP_2 -нейтральности НТП, получаем, что ПФ (1) учитывает TEP_2 -нейтральный НТП, если и только если при некоторой непрерывно дифференцируемой функции h имеет место тождество $E(F) = h\left(\frac{F}{K}\right)$.

Необходимость. Пусть ПФ (1) учитывает TEP_2 -нейтральный НТП. Докажем, что динамическую ПФ (1) можно представить в аналитической форме (8). Для этого решим уравнение в частных производных первого порядка

$$K \partial_K F + L \partial_L F = Fh\left(\frac{F}{K}\right) \quad (9)$$

с характеристической системой

$$\frac{dK}{K} = \frac{dL}{L} = \frac{dt}{0} = \frac{dF}{Fh\left(\frac{F}{K}\right)}. \quad (10)$$

Из уравнений $\frac{dK}{K} = \frac{dL}{L}$ и $\frac{dL}{L} = \frac{dt}{0}$ находим первые интегралы $\frac{K}{L} = C_1$ и $t = C_2$ системы (10), где C_1 и C_2 – произвольные неотрицательные вещественные постоянные.

Дифференциальное уравнение $\frac{dF}{dK} = \frac{F}{K}h\left(\frac{F}{K}\right)$, введя новую переменную $\xi = \frac{F}{K}$ и разделив переменные, перепишем в виде $\frac{dK}{K} = \frac{d\xi}{\xi(h(\xi)-1)}$. Откуда $\ln K + \int \frac{d\xi}{\xi(1-h(\xi))} = \tilde{C}_3$ или $K \cdot H(\xi) = C_3$, где положено $H(\xi) = \exp \int \frac{d\xi}{\xi(1-h(\xi))}$ (по теореме Барроу, H – непрерывно дифференцируемая функция), а $C_3 = \exp \tilde{C}_3$ (\tilde{C}_3 – произвольные вещественные постоянные).

Будучи функционально независимыми, первые интегралы $\frac{K}{L} = C_1, t = C_2$ и $K \cdot H\left(\frac{F}{K}\right) = C_3$ образуют интегральный базис системы (10). Тогда соотношение

$$V\left(\frac{K}{L}, t, K \cdot H\left(\frac{F}{K}\right)\right) = 0, \quad (11)$$

где V – произвольная дифференцируемая функция трех аргументов, задает в неявном виде решение квазилинейного уравнения (9). При этом на основании теоремы 3.1 из [29, с. 340–341] заключаем, что соотношение (11) определяет общее решение квазилинейного уравнения (9). Ограничиваясь только теми функциями V , для которых функциональное уравнение (11) можно разрешить относительно третьего аргумента (см., например, [30, с. 544–551]), получаем $H\left(\frac{F}{K}\right) = \frac{1}{K} \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right)$, а основываясь на теореме о существовании обратной функции (см., например, [31, с. 132–133]), имеем:

$$F(K, L, t) = KH^{-1}\left(\frac{\Psi\left(\frac{K}{L}, t\right)}{K}\right) = K\Phi\left(\frac{1, \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right)}{K}\right) = \Phi\left(K, \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right)\right),$$

где Ψ – произвольная непрерывно дифференцируемая функция, H^{-1} – обратная к H функция, а Φ – неотрицательная линейно-однородная функция.

Достаточность. Пусть ПФ (1) имеет представление (8). Повторяя проведенные выше вычисления в обратном порядке, получаем, что функция (8) является решением уравнения (9), а значит, учитывает TEP_2 -нейтральности НТП.

Используя понятие квазиоднородной ПФ [24; 25], сформулируем следствие 1.

Следствие 1. *Квазиоднородная ПФ (1) степени $q \in \mathbf{R} \setminus \{0\}$ относительно весового вектора $g = (q, g_2)$, $g_2 \in \mathbf{R} \setminus \{0\}$, $g_2 \neq q$, учитывает TEP_2 -нейтральный НТП, если и только если она может быть представлена в аналитической форме:*

$$F(K, L, t) = \Phi\left(K, A(t)\left(\frac{K}{L}\right)^{\frac{q}{q-g_2}}\right), \quad (12)$$

где Φ – некоторая неотрицательная линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция, а возрастающая функция A – индекс НТП.

Доказательство. По теореме 4, ПФ (1) учитывает TEP_2 -нейтральный НТП, если и только если ее можно представить в виде (8). Из квазиоднородности степени q относительно весового вектора $g = (g_1, g_2)$ функции (1)

$$F(\lambda^{g_1} K, \lambda^{g_2} L, t) = \lambda^q F(K, L, t), \forall \lambda \in (0; +\infty),$$

на основании аналитического представления (8) получаем, что левая часть

$$F(\lambda^{g_1} K, \lambda^{g_2} L, t) = \Phi\left(\lambda^{g_1} K, \Psi\left(\lambda^{g_1-g_2} \frac{K}{L}, t\right)\right), \forall \lambda \in (0; +\infty),$$

правая часть

$$\lambda^q F(K, L, t) = \lambda^q \Phi\left(K, \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right)\right) = \Phi\left(\lambda^q K, \lambda^q \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right)\right), \forall \lambda \in (0; +\infty),$$

а значит, $g_1 = q$, функция Ψ является однородной степени $m = \frac{q}{g_1 - g_2}$. Поэтому верно аналитическое представление

$$F(K, L, t) = \Phi\left(K, \Psi\left(\frac{K}{L}, t\right)\right) = \Phi\left(K \left(\frac{K}{L}\right)^{\frac{q}{g_1 - g_2}}, \Psi(1, t)\right) = \Phi\left(K, A(t) \left(\frac{K}{L}\right)^{\frac{q}{g_1 - g_2}}\right),$$

где положено, что функции $A(t) = \Psi(1, t)$. Таким образом, верно представление (12).

Аналогично теореме 4 и следствию 1 доказываются теорема 5 и следствие 2.

Теорема 5. Динамическая ПФ (1) учитывает TEP_3 -нейтральный НТП, если и только если ее можно представить в аналитической форме

$$F(K, L, t) = \Phi\left(\Psi\left(\frac{K}{L}, t\right), L\right),$$

где Φ – некоторая неотрицательная линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция, а Ψ – непрерывно дифференцируемая функция.

Следствие 2. Квазиоднородная ПФ (1) степени $q \in \mathbf{R} \setminus \{0\}$ относительно весового вектора $g = (g_1, q)$, $g_1 \in \mathbf{R} \setminus \{0\}$, $g_1 \neq q$, учитывает TEP_3 -нейтральный НТП, если и только если она может быть приведена в аналитической форме:

$$F(K, L, t) = \Phi\left(A(t) \left(\frac{K}{L}\right)^{\frac{q}{g_1 - g_2}}, L\right),$$

где Φ – некоторая неотрицательная линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция, а возрастающая функция A – индекс НТП.

Методом, аналогичным использованному в теореме 4, доказываются теорема 6.

Теорема 6. Динамическая ПФ (1) учитывает TEP_4 -нейтральный НТП тогда и только тогда, когда ее можно представить в аналитической форме

$$F(K, L, t) = (\alpha K + \beta L) H(\Phi(K, L, t)),$$

где Φ – некоторая линейно-однородная непрерывно дифференцируемая функция, а H – неотрицательная непрерывно дифференцируемая функция одного аргумента.

Заключение

В статье описаны множества динамических агрегированных ПФ, учитывающих НТП, нейтральный по Хиксу, Харроду и Солоу (см. теоремы 1 и 2, табл. 1). Приведена классификация Сато – Бекмана нейтральности НТП для линейно-однородных ПФ (см. табл. 2). Классификация Сато – Бекмана обобщена (см. табл. 3) и дополнена новыми условиями нейтральности НТП (см. табл. 4) на общий случай аналитического задания динамической ПФ. Рассмотрен ряд случаев нейтральности НТП, основанных на инвариантных зависимостях между тремя экономико-математическими характеристиками динамической ПФ: эластичностью выпуска по капиталу, эластичностью выпуска по труду и фондовооруженностью труда (см. теорему 3), фондоотдачей (см. теорему 4 и следствие 1), производительностью труда (см. теорему 5 и следствие 2), средней отдачей обобщенного ресурса (см. теорему 6).

Полученные в работе результаты могут быть использованы при моделировании реальных производственных процессов, учитывающих НТП. В качестве примера приведем разработанную нами модель

динамической ПФ вида (1), учитывающую НТП, нейтральный по Хиксу, с постоянной эластичностью замещения факторов производства для экономики Республики Беларусь по статистическим данным за 1990–2018 гг. на основе информации Всемирного банка² в индексной форме методом Кменты [32]:

$$Y = 0,83e^{0,02t} \left(0,3K^{0,8} + 0,7L^{0,8} \right)^{\frac{-1}{0,8}}, R_2 = 0,986, DW = 1,52.$$

С точки зрения статистики R^2 и DW зависимость получилась значимой. С помощью статистического пакета *EViews* проверено выполнение модельных предпосылок, выполнена компьютерная реализация метода Кменты на языке программирования *Python*. На основании модели установлено, что экономика Республики Беларусь имеет небольшой ежегодный темп прироста индекса НТП $\lambda = 0,02$ и невысокую степень взаимозаменяемости труда и капитала (показатель эластичности замещения факторов производства $\sigma = \frac{1}{1+0,8} = 0,56$).

Библиографические ссылки

1. Pigou AC. *The economics of welfare*. London: Macmillan; 1920. 953 p.
2. Hicks JR. *The theory of wages*. London: Macmillan; 1932. 247 p.
3. Robinson J. *Essays in the theory of employment*. London: Macmillan; 1937. 255 p.
4. Uzawa H. Neutral inventions and the stability of growth equilibrium. *The Review of Economic Studies*. 1961;28(2):117–124. DOI: 10.2307/2295709.
5. Sato R, Beckmann MJ. Neutral inventions and production functions. *The Review of Economic Studies*. 1968;35(1):57–66. DOI: 10.2307/2974407.
6. Stiglitz JE, Uzawa H, editors. *Readings in the modern theory of economic growth*. Cambridge: MIT Press; 1969. 497 p.
7. Дадаян ВС, редактор. *Моделирование народно-хозяйственных процессов*. Москва: Экономика; 1973. 479 с.
8. Плакунов МК, Раяцкас РЛ. *Производственные функции в экономическом анализе. Production functions in economic analysis*. Вильнюс: Минтис; 1984. 308 с.
9. Барро РДж, Сала-и-Мартин Х. *Экономический рост*. Серова ЮА, редактор; Моисеев АН, Капустина ОВ, переводчики. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2017. 824 с.
10. Курзевен ВА, Матвеев В. *Экономический рост*. Санкт-Петербург: Питер; 2018. 608 с.
11. Harrod RF. Essays in the theory of employment by Joan Robinson. *The Economic Journal*. 1937;47(186):326–330. DOI: 10.2307/2225532.
12. Harrod RF. *Towards a dynamic economics*. London: Macmillan; 1948. 169 p.
13. Besomi D. Harrod on the classification of technological progress. The origin of a wild-goose chase. Roncaglia A, editor. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*. 1999;52:95–117.
14. Solow RM. Technical progress, capital formation, and economic growth. American Economic Association. *The American Economic Review*. 1962;52(2):76–86.
15. Ашманов СА. *Введение в математическую экономику*. Москва: Наука; 1984. 296 с.
16. Клейнер ГБ. *Производственные функции: теория, методы, применение*. Москва: Финансы и статистика; 1986. 239 с.
17. Горбунов ВК. *Производственные функции: теория и построение*. Ульяновск: Ульяновский государственный университет; 2013. 84 с.
18. Tinbergen J. Professor Douglas' production function. International Statistical Institute. *Review of the International Statistical Institute*. 1942;10(1/2):37–48. DOI: 10.2307/1401184.
19. Beckmann MJ. Invariant relationships for homothetic production functions. In: *Production theory. Proceedings of an International seminar held at the University of Karlsruhe; 1973 May – July; Karlsruhe, Germany. Lecture notes in economics and mathematical systems: mathematical economics*. Karlsruhe: University of Karlsruhe; 1974;99:3–20.
20. Morimoto Y. Neutral technical progress and the separability of the production function. *The Economic Studies Quarterly*. 1974;25(3):66–69.
21. Robinson J. The classification of inventions. *The Review of Economic Studies*. 1938;5(2):139–142.
22. Beckmann MJ, Sato R. Aggregate production functions and types of technical progress: a statistical analysis. *The American Economic Review*. 1969;59(1):88–101.
23. Gehrig W. On certain concepts of neutral technical progress: definitions, implications and compatibility. In: Puu T, Wibe S, editors. *The economics of technological progress: Proceedings of a conference held by the European Production Study Group in Umea; 1978 August 23–25; Umea, Sweden*. London: The Macmillan press LTD; 1980. p. 3–21.
24. Хацкевич ГА, Проневич АФ. Квазиоднородные производственные функции единичной эластичности замещения факторов по Хиксу. *Экономика, моделирование, прогнозирование*. 2017;11:135–140.
25. Khatskevich GA, Pranevich AF. On quasi-homogeneous production functions with constant elasticity of factors substitution. *Journal of Belarusian State University. Economics*. 2017;1:46–50.
26. Khatskevich GA, Pranevich AF. Production functions with given elasticities of output and production. *Journal of Belarusian State University. Economics*. 2018;2:13–21.
27. Khatskevich G, Pranevich A, Karaleu Yu. Analytical forms of productions functions with given total elasticity of production. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019;1052:276–285.
28. Хацкевич ГА, Проневич АФ, Чайковский МВ. Двухфакторные производственные функции с заданной предельной нормой замещения. *Экономическая наука сегодня*. 2019;10:171–182.

²Всемирный банк [Электронный ресурс]. URL: <https://www.worldbank.org/> (дата обращения 15.03.2020).

29. Егоров АИ. *Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями*. Москва: Физматлит; 2007. 448 с.
 30. Ильин ВА, Позняк ЭГ. *Основы математического анализа. Часть I*. Москва: Наука; 2000. 616 с.
 31. Фиктенгольц ГМ. *Основы математического анализа. Том I*. Санкт-Петербург: Лань; 2001. 448 с.
 32. Kmenta J. On estimation of the CES production function. *International Economic Review*. 1967;8:180–189. DOI: 10.2307/2525600.

References

1. Pigou AC. *The economics of welfare*. London: Macmillan; 1920. 953 p.
2. Hicks JR. *The theory of wages*. London: Macmillan; 1932. 247 p.
3. Robinson J. *Essays in the theory of employment*. London: Macmillan; 1937. 201 p.
4. Uzawa H. Neutral inventions and the stability of growth equilibrium. *The Review of Economic Studies*. 1961;28(2):117–124. DOI: 10.2307/2295709.
5. Sato R, Beckmann MJ. Neutral inventions and production functions. *The Review of Economic Studies*. 1968;35(1):57–66. DOI: 10.2307/2974407.
6. Stiglitz JE, Uzawa H, editors. *Readings in the modern theory of economic growth*. Cambridge: MIT Press; 1969. 497 p.
7. Dadajan VS, editor. *Modelirovanie narodno-khozyaistvennykh protsessov* [Modeling of national economic processes]. Moscow: Ekonomika; 1973. 479 p. Russian.
8. Plakunov MK, Rayatskas RL. *Production functions in economic analysis*. Vilnius: Mintis; 1984. 308 p. Russian.
9. Barro RJ, Sala-i-Martin X. *Economic growth*. New York: McGraw-Hill; 1995. 539 p.
 Russian edition: Barro RJ, Sala-i-Martin X. *Ekonomicheskii rost*. Serova YuA, editor; Moiseev AN, Kapustina OV, translators. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy; 2017. 824 p.
10. Kurzenev VA, Matveenko VD. *Ekonomicheskii rost* [Economic growth]. Saint-Petersburg: Piter; 2018. 608 p. Russian.
11. Harrod RF. Essays in the theory of employment by Joan Robinson. *The Economic Journal*. 1937;47(186):326–330. DOI: 10.2307/2225532.
12. Harrod RF. *Towards a dynamic economics*. 1st edition. London: Macmillan; 1948. 169 p.
13. Besomi D. Harrod on the classification of technological progress. The origin of a wild-goose chase. Roncaglia A, editor. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*. 1999;52(208):95–117.
14. Solow RM. Technical progress, capital formation, and economic growth. American Economic Association. *The American Economic Review*. 1962;52(2):76–86.
15. Ashmanov SA. *Vvedenie v matematicheskuyu ekonomiku* [Introduction to mathematical economics]. Moscow: Nauka; 1984. 296 p. Russian.
16. Kleyner GB. *Proizvodstvennyye funktsii: teoriya, metody, primeneniye* [Production functions: theory, methods, application]. Moscow: Finansy i statistika; 1986. 239 p. Russian.
17. Gorbunov VK. *Proizvodstvennyye funktsii: teoriya i postroyeniye* [Production functions: theory and construction]. Ulyanovsk: Ul'yanovskii gosudarstvennyi universitet; 2013. 84 p. Russian.
18. Tinbergen J. Professor Douglas' production function. International Statistical Institute. *Review of the International Statistical Institute*. 1942;10(1/2):37–48. DOI: 10.2307/1401184.
19. Beckmann MJ. Invariant relationships for homothetic production functions. In: *Production theory. Proceedings of an International seminar held at the University of Karlsruhe; 1973 May – July; Karlsruhe, Germany. Lecture notes in economics and mathematical systems: mathematical economics*. Karlsruhe: University of Karlsruhe; 1974;99:3–20.
20. Morimoto Y. Neutral technical progress and the separability of the production function. *The Economic Studies Quarterly*. 1974;25(3):66–69.
21. Robinson J. The classification of inventions. *The Review of Economic Studies*. 1938;5(2):139–142.
22. Beckmann MJ, Sato R. Aggregate production functions and types of technical progress: a statistical analysis. *The American Economic Review*. 1969;59(1):88–101.
23. Gehrig W. On certain concepts of neutral technical progress: definitions, implications and compatibility. In: Puu T, Wibe S, editors. *The economics of technological progress: Proceedings of a conference held by the European Production Study Group in Umea; 1978 August 23–25; Umea, Sweden*. London: The Macmillan press LTD; 1980. p. 3–21.
24. Khatskevich GA, Pranevich AF. [Quasi-homogeneous production functions with unit elasticity of factors substitution by Hicks]. *Ekonomika, modelirovanie, prognozirovanie*. 2017;11:135–140. Russian.
25. Khatskevich GA, Pranevich AF. On quasi-homogeneous production functions with constant elasticity of factors substitution. *Journal of Belarusian State University. Economics*. 2017;1:46–50.
26. Khatskevich GA, Pranevich AF. Production functions with given elasticities of output and production. *Journal of Belarusian State University. Economics*. 2018;2:13–21.
27. Khatskevich G, Pranevich A, Karaleu Yu. Analytical forms of productions functions with given total elasticity of production. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019;1052:276–285.
28. Khatskevich GA, Pranevich AF, Chaykovskiy MV. Two-factor production functions with given marginal rate of substitution. *Ekonomicheskaya nauka segodnya*. 2019;10:171–182. Russian.
29. Egorov AI. *Obyknovennyye differentsial'nye uravneniya s prilozheniyami* [Ordinary differential equations with applications]. Moscow: Fizmatlit; 2007. 448 p. Russian.
30. Il'in VA, Pozniak EG. *Osnovy matematicheskogo analiza. Chast' I* [Fundamentals of mathematical analysis. Part I]. Moscow: Nauka; 2000. 616 p. Russian.
31. Fikhtengol'ts GM. *Osnovy matematicheskogo analiza. Tom I* [Fundamentals of mathematical analysis. Volume I]. Saint-Petersburg: Lan'; 2001. 448 p. Russian.
32. Kmenta J. On estimation of the CES production function. *International Economic Review*. 1967;8:180–189. DOI: 10.2307/2525600.

Статья поступила в редакцию 19.10.2020.
 Received by editorial board 19.10.2020.

МОДЕЛЬ СПЕКУЛЯТИВНОГО ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

Б. С. КАЛИТИН¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

В работе исследуются потенциальные возможности предприятия при использовании спекулятивного пути развития экономики (СПР): в этом случае решение об изменении цены непосредственно не связано с возросшими расходами на производство и реализацию продукции. Проведенный анализ СПР экономики получен на основе построения экономико-математической модели, позволяющей выразить выручку – нетто производителя через существенные параметры рынка, к которым относятся цена и объем продаж товара или оказываемой услуги, абсолютная величина коэффициента ценовой эластичности спроса, коэффициент инфляции за рассматриваемый период времени, коэффициент издержек производства. Выявлены сильные и слабые стороны экономических действий в условиях СПР, а также представлена задача о выборе наилучшего варианта принятия решений руководством предприятия. Результаты исследований иллюстрируются графически.

Ключевые слова: объем продаж; цена; выручка; коэффициент спекуляции.

MODEL OF THE SPECULATIVE PATH OF ECONOMIC DEVELOPMENT

B. S. KALITINE^a

^aBelarusian State University,
4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

The work examines the potential of an enterprise using the speculative path of economic development: when the decision to change the price is not directly related to the increased costs of production and sales of products. The analysis of the speculative path of economic development was obtained on the basis of constructing an economic model that allows expressing the manufacturer's net revenue through the essential parameters of the market. The price and volume of sales of goods or services, the absolute value of the coefficient of price elasticity of demand, the inflation rate for the period under consideration, the coefficient of production costs were included to them. The strengths and weaknesses of economic actions in the context of the SMR have been identified, and the problem of choosing the best decision-making option for the head of the enterprise has been solved. This research results are illustrated graphically.

Keywords: sales volume; price; revenue; speculation coefficient.

Образец цитирования:

Калитин БС. Модель спекулятивного пути развития экономики. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* 2020;2:18–26.

For citation:

Kalitin BS. Model of the speculative path of economic development. *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2020;2:18–26. Russian.

Автор:

Борис Сергеевич Калитин – кандидат физико-математических наук, доцент; профессор кафедры аналитической экономики и эконометрики экономического факультета.

Author:

Boris S. Kalitine, PhD (physics and mathematics), docent; professor at the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics.
kalitine@yandex.by

Введение

В работах [1; 2] дан подробный анализ возможностей увеличения выручки и дохода для предпринимателей при использовании экстенсивного и инновационного путей развития бизнеса. Как известно, первый из них характеризуется увеличением объемов производства за счет количественных факторов, а второй – появлением новых технологий, правил и принципов деятельности вследствие качественных изменений в экономике [3]. Здесь в процессе изучения построены экономико-математические модели торгово-производственных ситуаций при производстве и реализации благ. На основании этих моделей решены, в частности, следующие задачи:

- выведена формула выручки в виде функции от эластичности спроса по цене, коэффициента общей инфляции, уровня применяемых инноваций и других параметров и исследованы функциональные зависимости выручки по каждому параметру;
- изучены изменения функции выручки при использовании того или иного пути развития;
- найдены максимально возможные значения выручки, исследован максимум выручки по параметрам модели;
- изучены возможности государственного регулирования объема выпуска предпринимателя при расширенном производстве и др.

В настоящей статье продолжены исследования работ [1; 2; 4–6] для ситуации, когда в целях преумножения выручки предприниматель выбирает метод необоснованного увеличения цены товара, т. е. принятое им решение об изменении стоимости непосредственно не связано с возросшими расходами на производство и реализацию продукции. Такое поведение на рынке будем называть *спекуляцией*, или *спекулятивным путем развития* (далее – СПР). Для проведения исследований используем идею построения экономической модели работ [1; 2; 4–6], преследуя цель изучить те же вопросы анализа экономической ситуации.

Совершенно ясно, что применение спекуляции широким кругом предпринимателей рыночной экономики – прямой путь к развитию инфляции в стране. Поэтому познание возможностей, а также угроз и других негативных явлений, связанных со спекуляцией, представляется актуальной задачей экономической теории.

Постановка задачи

Пусть производитель продает на рынке за определенный период времени q единиц товара по цене p за одну единицу, т. е. выручка от продажи составит qp денежных единиц. Проанализируем выбранное предприятием СПР, построив конкретную экономико-математическую модель. С этой целью предварительно оговорим все вводные обозначения и используемые понятия.

Предположим, что в соответствии с практикуемым методом спекуляции предлагаемая продавцом цена $P = p + Y$, т. е. цена товара, возросла на величину $Y > 0$. Исследование данного случая будем проводить, допуская, что выполнены следующие условия:

- в конце наблюдаемого периода времени имеет место общее повышение цен в размере σ денежных единиц за единицу товара ($\sigma > 0$). Будем называть его фоновой инфляцией на рассматриваемом периоде времени, связанной с внешними факторами для производителя;
- при возрастании цены до значения $P = p + Y$ в течение отмеченного периода времени происходит снижение объема реализации на рынке согласно закону спроса. Предполагается, что без учета влияния фоновой инфляции такое снижение осуществится до значения $Q = q - \Delta q$, где $0 < \Delta q < q$;
- фоновая инфляция не является причиной изменений величины объема продаж (правительство нивелирует воздействие инфляции на потребительский спрос, например, в случае использования индексации зарплат и т. п.).

В соответствии с этими предположениями в конце наблюдаемого периода времени выручка определяется величиной

$$R_3 = Q(p + Y + \sigma).$$

Исследуем спекулятивный метод ведения торговли, обратив внимание на изменение выручки, т. е. суммы денежных средств, получаемой предприятием за счет реализации товаров, в зависимости от параметров модели, которые установим последовательно.

Введем следующие обозначения:

$$k_q = \frac{\Delta q}{q}, k_p = \frac{\sigma}{p}, K_p = 1 + k_p, \quad (1)$$

где k_q – коэффициент увеличения объема продаж; k_p – коэффициент инфляции; K_p – темп роста цены.

Модель выручки

С учетом принятых обозначений в (1) формула для выручки может быть преобразована следующим образом:

$$R_3 = Q(p + Y + \sigma) = Qp \left(1 + \frac{Y}{p} + \frac{\sigma}{p} \right) = Qp(1 + y + k_p) = Qp(y + K_p), \quad (2)$$

где полагается, что $y = \frac{Y}{p}$. Параметр y связан с необоснованным увеличением цены и представляет собой относительный прирост значения p . В последующем y будем называть *коэффициентом спекуляции*.

Далее преобразуем формулу (2). Согласно [7, с. 17] предполагается, что величины Q и P связаны функциональной зависимостью $Q = Q(q, p, P)$, где q и p – начальное значение объема продаж и цены товара или услуги соответственно, так что выполняется условие $Q(q, p, p) = q$. При этом на основании первого приближения разложения в ряд Тейлора функции $Q(q, p, P)$ в окрестности начальной точки (q, p) имеет место формула

$$Q = q \left(1 - e \frac{P - p}{p} \right) = q \left(1 - e \frac{Y}{p} \right). \quad (3)$$

В данной формуле параметр e является абсолютным значением коэффициента эластичности спроса по цене, и здесь не учтена фоновая инфляция.

Преобразуем правую часть (2), подставив вместо Q его выражение из (3). Тогда формула примет вид

$$R_3 = qp(1 - ey)(K_p + y). \quad (4)$$

Отсюда имеем выражение

$$R_3 = qpK_p + qp(1 - eK_p - ey)y, \quad (5)$$

полученное перемножением выражений в скобках в (3) и несложной перегруппировкой слагаемых.

Закономерности роста выручки СПР

Поскольку разумное поведение предпринимателя – это стремление к увеличению выручки, то варианты отклонения от такого поведения рассматривать, естественно, не будем.

Ясно, что первоначальная выручка (до применения спекулятивных методов) $R_3|_{y=0} = qpK_p$, а желаемый прирост выручки должен быть положительным, т. е. обязательно выполнение неравенства $R_3 > qpK_p$. Поэтому в формуле выручки (5) предполагаем второе слагаемое положительным. Для этого необходимо и достаточно выполнение неравенства $1 - eK_p - ey > 0$, т. е.

$$0 < y < \frac{1}{e} - K_p. \quad (6)$$

Однако заметим, что неравенство (6) имеет смысл для СПР, если правая часть является положительной. Следовательно, в дополнение к (6) мы обязаны потребовать выполнения условия $0 < e < \frac{1}{K_p}$.

В результате проведенных исследований приходим к выводу, что совокупность неравенств

$$\begin{cases} 0 < y < \frac{1}{e} - K_p, \\ 0 < e < \frac{1}{K_p} \end{cases} \quad (7)$$

определяет критерий гарантированного роста выручки СПР.

Требование (6) будем считать **основным законом СПР**, обуславливающим продуманную политику роста выручки.

Подчеркнем, что первое из неравенств (7) означает ограничение сверху на необоснованное повышение цены, т. е. не может быть сколь угодно большим, поэтому имеет свой предел, который определяется величиной $\bar{y} = \frac{1}{e - K_p}$.

Под вторым неравенством системы (7) понимается то, что СПР выгодно использовать лишь для товаров с относительно небольшим абсолютным значением коэффициента e ценовой эластичности спроса. Точнее, величина $\bar{e} = \frac{1}{K_p}$, которая по определению меньше единицы, представляет эту верхнюю грань для e и тем самым говорит о неэластичном спросе по цене.

Следствия из закономерностей СПР

Ограничения на коэффициент эластичности. Из основного закона (7) можем записать

$$\begin{aligned} & \begin{cases} 0 < y < \frac{1}{e} - K_p, \\ 0 < e < \frac{1}{K_p} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 < ye < 1 - eK_p, \\ 0 < e < \frac{1}{K_p} \end{cases} \Leftrightarrow \\ & \Leftrightarrow \begin{cases} 0 < (y + K_p)e < 1, \\ 0 < e < \frac{1}{K_p} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 < e < \frac{1}{y + K_p}, \\ 0 < e < \frac{1}{K_p} \end{cases}. \end{aligned}$$

Это приводит к требованию

$$0 < e < \frac{1}{y + K_p}. \quad (8)$$

Поскольку $y > 0$, $K_p > 1$, то из (8) следует, что $0 < e < 1$, и мы имеем случай неэластичного спроса по цене.

Ограничения на темп роста инфляции. Ясно, что уровень инфляции, а значит, и темп роста инфляции K_p оказывают конкретное влияние на величину выручки R_3 . Поскольку функция выручки зависит от K_p , то область определения этой функции накладывает некоторые ограничения на величину темпа роста инфляции. Для выяснения данных ограничений воспользуемся основным законом (7). А именно с учетом требования $K_p > 1$ можем записать

$$\begin{cases} 0 < y < \frac{1}{e} - K_p, \\ 0 < e < \frac{1}{K_p} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1 < K_p < \frac{1}{e} - y, \\ 1 < K_p < \frac{1}{e} \end{cases},$$

что дает условие

$$1 < K_p < \frac{1}{e} - y. \quad (9)$$

Для осуществления требования (9) необходимо, чтобы правая часть была больше единицы. Другими словами, должно выполняться неравенство

$$\frac{1}{e} - y > 1 \Leftrightarrow y < \frac{1}{e} - 1.$$

Последнее неравенство системы заведомо выполняется на основании первого (7). Таким образом, неравенство (9) вполне определенно задает ограничение на темп роста цены K_p .

Заметим также, что со стороны предпринимателя, практикующего СПР, коэффициент спекуляции y – это параметр управления, которым он может распоряжаться по своему усмотрению. Более того, согласно естественным устремлениям руководитель предприятия может выбирать такой коэффициент, чтобы получить наибольшую выгоду. Наша дальнейшая задача состоит в рассмотрении имеющихся на этот счет потенциальных возможностей планируемого успеха в развитии предприятия.

Динамика выручки

Зависимость выручки от коэффициента снижения цены. В соответствии с формулой для выручки (5) и ограничением (6) рассмотрим функцию

$$R_3(y) = qp(1 - ey)(K_p + y), \quad 0 < y < \frac{1}{e} - K_p. \quad (10)$$

Она является квадратным трехчленом переменной y , корни которой

$$y_1 = -K_p, \quad y_2 = \frac{1}{e}.$$

По построению модели корни выходят за рамки области определения функции $R_3(y)$, располагаясь по обе стороны интервала допустимых значений аргумента.

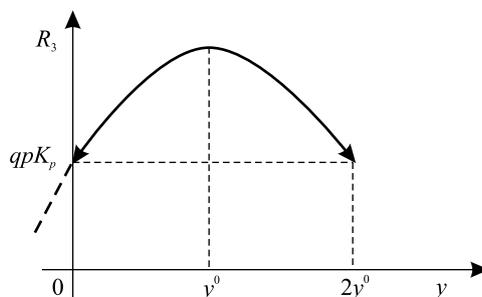


Рис. 1. График функции выручки $R_3 = R_3(y)$ при $eK_p < 1$

Fig. 1. The graph of the revenue function $R_3 = R_3(y)$, $eK_p < 1$

Графиком функции (10) выступает часть параболы, ветви которой направлены вниз. Следовательно, такая функция имеет максимум в вершине параболы, точка оси абсцисс которой имеет координату $y = y^0$ со значением

$$y^0 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{e} - K_p \right) = \frac{1 - eK_p}{2e}.$$

Поскольку необходимо учитывать область определения $0 < y < \frac{1}{e} - K_p$ функции $R_3(y)$, то вершина будет принадлежать этой области.

Очевидно, являются справедливыми и предельные соотношения:

$$\begin{aligned} \lim_{y \rightarrow +0} R_3(y) &= qpK_p, \\ \lim_{y \rightarrow \frac{1}{e} - K_p - 0} R_3(y) &= \lim_{y \rightarrow \frac{1}{e} - K_p - 0} qp(1 - ey)(K_p + y) = \\ &= qp \left(1 - e \left(\frac{1}{e} - K_p \right) \right) \left(K_p + \left(\frac{1}{e} - K_p \right) \right) = qpeK_p \frac{1}{e} = qpK_p. \end{aligned}$$

График функции $R_3 = R_3(y)$ аргумента y изображен на рис. 1 сплошной полужирной линией.

Из рис. 1 следует, что максимально возможное значение функции выручки достигается только при выполнении неравенства $0 < e < \frac{1}{K_p} < 1$, т. е. для относительно малых значений эластичности спроса по цене, а точнее – для неэластичного спроса по цене. При этом максимально возможное значение выручки $\max \tilde{R}_3 = qp \frac{(eK_p + 1)^2}{4e}$ достигается при $y = \frac{(1 - eK_p)}{2e}$.

Динамика максимальной выручки

Вычислим оптимальное значение выручки $\tilde{R}_3 = \max R_3(y)$. Имеем

$$\begin{aligned}\tilde{R}_3 = R_3(y^0) &= qp(1 - ey^0)(K_p + y^0) = qp \left(1 - e \frac{1 - eK_p}{2e}\right) \left(K_p + \frac{1 - eK_p}{2e}\right) = \\ &= qp \left(1 - \frac{1 - eK_p}{2}\right) \left(K_p + \frac{1 - eK_p}{2e}\right).\end{aligned}$$

Следовательно, получаем

$$\tilde{R}_3 = \max R_3(y) = R_3(y^0) = \frac{qp}{4e}(eK_p + 1)^2. \quad (11)$$

Опишем область определения функции (11). Для этого следует в выражении для основного закона СПР (7) предположить оптимальное значение $y = y^0 = \frac{1 - eK_p}{2e}$. Имеем

$$\begin{cases} 0 < \frac{1 - eK_p}{2e} < \frac{1}{e} - K_p, \\ 0 < e < \frac{1}{K_p} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 < 1 - eK_p < 2 - 2eK_p, \\ 0 < e < \frac{1}{K_p} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 < eK_p < 1, \\ 0 < e < \frac{1}{K_p} \end{cases}$$

или

$$0 < e < \frac{1}{K_p},$$

что не противоречит предыдущим выводам.

Исследуем зависимость величины максимального значения выручки \tilde{R}_3 от параметров модели.

Зависимость от эластичности. Перепишем функцию (11) в виде

$$\tilde{R}_3(e) = \frac{qp}{4e} \left((eK_p)^2 + 2eK_p + 1 \right), \quad 0 < e < \frac{1}{K_p}.$$

Вычислим ее производные:

$$\begin{aligned}\frac{d\tilde{R}_3(e)}{de} &= \frac{qp}{4e^2} \left(e^2(K_p)^2 - 1 \right), \quad 0 < e < \frac{1}{K_p}, \\ \frac{d^2\tilde{R}_3(e)}{de^2} &= \frac{qp}{2e^3}.\end{aligned}$$

Отсюда видно, что первая производная является отрицательной, а вторая – положительной, а значит, максимально возможное значение выручки – убывающая выпуклая функция переменной e .

Вычислим предельные значения. Имеем

$$\begin{aligned}\lim_{e \rightarrow \frac{1}{K_p} + 0} \tilde{R}_3(e) &= \frac{qp}{4} \lim_{e \rightarrow \frac{1}{K_p} + 0} \frac{1}{e} \left((eK_p)^2 + 2eK_p + 1 \right) = \\ &= \frac{qp}{4} K_p (1 + 2 + 1) = qpK_p, \\ \lim_{e \rightarrow +0} \tilde{R}_3(e) &= \frac{qp}{4} \lim_{e \rightarrow +0} \frac{1}{e} \left((eK_p)^2 + 2eK_p + 1 \right) = +\infty.\end{aligned}$$

График функции максимальной выручки изображен на рис. 2.

Согласно представленному графику функции максимальной выручки величина $\tilde{R}_3(e)$ строго монотонно убывает при увеличении абсолютного значения коэффициента ценовой эластичности e . При уменьшении e в сторону нуля максимально возможная выручка неограниченно возрастает. Поэтому чем меньше ценовая эластичность, тем выгоднее для предприятия применение СПР.

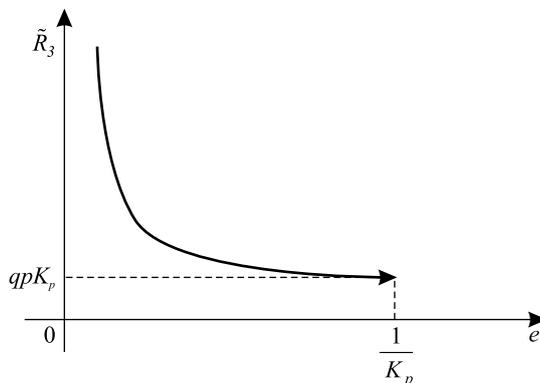


Рис. 2. График функции максимальной выручки

$$\tilde{R}_3 = \tilde{R}_3(e) \text{ при } \frac{e < 1}{K_p}$$

Fig. 2. The graph of the maximum revenue function

$$\tilde{R}_3 = \tilde{R}_3(e), \frac{e < 1}{K_p}$$

Зависимость от темпа роста инфляции. Перепишем функцию (11) в виде

$$\tilde{R}_3(z) = \frac{qp}{4e}(ez + 1)^2, \quad 0 < z < \frac{1}{e},$$

где предположено, что $z = K_p$.

Вычислим ее производные:

$$\frac{d\tilde{R}_3(z)}{dz} = \frac{qp}{2}(ez + 1), \quad \frac{d^2\tilde{R}_3(z)}{dz^2} = \frac{qpe}{2}, \quad 0 < z < \frac{1}{e}.$$

Отсюда видно, что обе производные положительные, а значит, максимально возможное значение выручки является возрастающей выпуклой функцией относительно переменной z .

Определим предельные значения функции:

$$\lim_{z \rightarrow +0} \tilde{R}_3(z) = \lim_{z \rightarrow +0} \frac{qp}{4e}(ez + 1)^2 = \frac{qp}{4e},$$

$$\lim_{\substack{z \rightarrow 1 \\ e \rightarrow 0}} \tilde{R}_3(z) = \lim_{\substack{z \rightarrow 1 \\ e \rightarrow 0}} \frac{qp}{4e}(ez + 1)^2 = \frac{qp}{e}.$$

Ее график изображен на рис. 3.

Минимально возможное значение функции $\tilde{R}_3(z)$ достигается в предельной точке $z = 0$ и равно

$$\tilde{R}_3(0) = \frac{qp}{4e}(ez + 1)^2 \Big|_{z=0} = \frac{qp}{4e}.$$

Максимально возможное значение функции $\tilde{R}_3(z)$ равно

$$\tilde{R}_3\left(\frac{1}{e}\right) = \frac{qp}{e},$$

оно достигается в предельной точке $z = K_p = \frac{1}{e}$.

Пример. Пусть максимальное значение выручки $\tilde{R}_3(e) = \max R_3(y)$ определено по формуле (11) для фиксированных числовых данных

$$q = 50; \quad p = 1; \quad K_p = 1,05.$$

Здесь $\frac{1}{K_p} = 0,9524$, а нижняя грань величины оптимальной выручки $\tilde{R}_3 = \tilde{R}_3\left(\frac{1}{K_p}\right) = qpK_p = 50,25$.

Вычислим \tilde{R}_3 по формуле (11) при следующих значениях параметра эластичности:

$$e = 0,1; e = 0,2; e = 0,4; e = 0,5; e = 0,8; e = 0,9$$

– и поместим результаты вычислений в таблицу ниже.

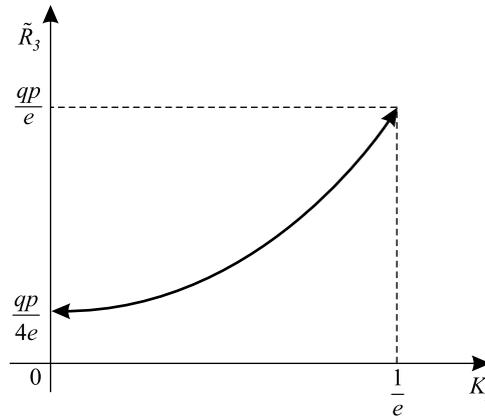


Рис. 3. График функции максимального значения

$$\tilde{R}_3 = \tilde{R}_3(K_p) \text{ при } 0 < K_p < \frac{1}{e}$$

Fig. 3. The graph of the maximum value function

$$\tilde{R}_3 = \tilde{R}_3(K_p), 0 < K_p < \frac{1}{e}$$

Результаты расчетов \tilde{R}_3

Calculation results \tilde{R}_3

e	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	0,9
$\tilde{R}_3(e)$	152,63	111,65	91,51	72,05	63,01	58,14	52,90	52,54

По числовым данным таблицы представим график зависимости на рис. 4.

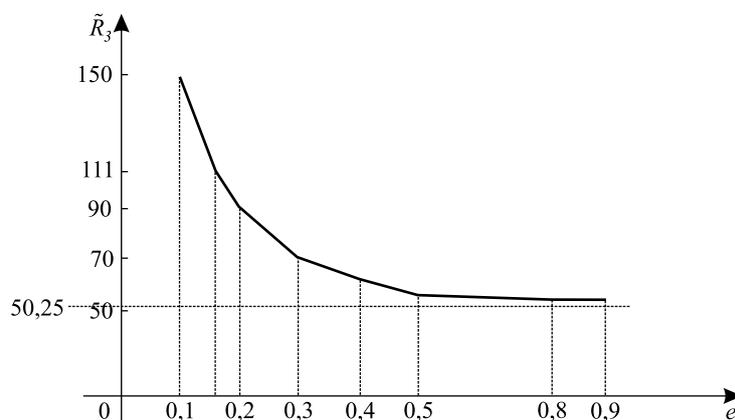


Рис. 4. График функции максимальной выручки

Fig. 4. The graph of the maximum revenue function

Подчеркнем, что инфляция – одна из форм проявления макроэкономической нестабильности. Для выработки государственных методов регулирования спекулятивных явлений в экономике, как причин возможной инфляции, необходимо знание перспектив и возможностей СПР, что и рассматривается в статье. Также удалось построить математическую модель, адекватную спекулятивным рыночным

процессам, и на ее основе обнаружить закономерности, во многом объясняющие причины использования СПР руководством предприятий. Полученные выводы говорят о том, что предприниматель имеет возможность получить выгоду от применения СПР только в том случае, если спрос неэластичный, а именно для товаров или услуг с абсолютным значением коэффициента ценовой эластичности e , удовлетворяющим неравенству $0 < e < \frac{1}{K_p}$. Для реализуемой продукции с коэффициентом эластичности $e > \frac{1}{K_p}$ использование СПР становится убыточным. Принимая все это во внимание, можно выработать средства ограничения спекуляции директивными государственными органами.

Библиографические ссылки

1. Боголюбовская-Синякова ЕС, Калитин БС. Об экстенсивном методе производства и торговли. В: Кравцов ММ, редактор. *Экономика, моделирование, прогнозирование. Выпуск 11*. Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь; 2017. с. 159–167.
2. Боголюбовская-Синякова ЕС, Калитин БС. Анализ и оценка особенностей инновационного пути развития. В: *Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст. Материалы Международной научно-практической конференции; 24–25 мая 2018 г.; Гродно, Беларусь*. Гродно: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы; 2018. с. 23–34.
3. Долан ЭДж, Линдсей ДЕ. *Рынок: микроэкономическая модель*. Санкт-Петербург: Автокомп; 1992. 496 с.
4. Боголюбовская-Синякова ЕС. Анализ экстенсивного и инновационного путей развития производства и торговли. В: *Беларусь – 2030: государство, бизнес, наука, образование. Материалы V Международной научной конференции; 14 декабря 2018 г.; Минск, Беларусь*. Минск: Право и экономика; 2018. с. 28–31.
5. Боголюбовская-Синякова ЕС. Экономико-математический анализ экстенсивного и инновационного путей развития производства. В: Кравцов ММ, редактор. *Экономика, моделирование, прогнозирование. Выпуск 13*. Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь; 2019. с. 170–175.
6. Калитин БС, Боголюбовская-Синякова ЕС. Анализ математической модели путей развития экономики. В: *Моделирование и исследование устойчивости динамических систем. Материалы XIX Международной конференции (DSMSI-2019); 22–24 мая 2019 г.; Киев, Украина*. Киев: Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко; 2019. с. 92–93.
7. Калитин БС. *Математические модели первого порядка конкурентного рынка*. Минск: БГУ; 2011. 131 с.

References

1. Bahaliubskaya-Siniakova KS, Kalitine BS. [Extensive method of production and trade]. In: Kravtsov MM, editor. *Ekonomika, modelirovanie, prognozirovanie. Vypusk 11* [Economics, modeling, forecasting. Issue 11]. Minsk: NIEI of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus; 2017. p. 159–167. Russian.
2. Bahaliubskaya-Siniakova KS, Kalitine BS. [Analysis and estimation of the peculiarities of the innovative method of production development]. In: *Problemy sovremennoi ekonomiki: global'nyi, natsional'nyi i regional'nyi kontekst. Materialy Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskoi konferentsii; 24–25 maya 2018 g.; g. Grodno, Belarus'* [Problems of the modern economy: global, national and regional context. Materials of the International scientific and practical conference; 2018 May 24–25; Grodno, Belarus]. Grodno: Yanka Kupala State University of Grodno; 2018. p. 23–34. Russian.
3. Dolan EDzh, Lindsei DE. *Rynok: mikroekonomicheskaya model'* [Market: microeconomic model]. Saint Petersburg: Avtokomp; 1992. 496 p. Russian.
4. Bahaliubskaya-Siniakova KS. [Analysis of the extensive and innovative ways of development of production and trade]. In: *Belarus' – 2030: gosudarstvo, biznes, nauka, obrazovanie. Materialy V Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii; 14 dekabrya 2018 g.; Minsk, Belarus'* [Belarus – 2030: government, business, science, education. Materials of the 5th International scientific conference; 2018 December 14; Minsk, Belarus]. Minsk: Pravo i jeconomika; 2018. p. 28–31. Russian.
5. Bahaliubskaya-Siniakova KS. [Economic and mathematical analysis of extensive and innovative ways of production development]. In: Kravtsov MM, editor. *Economics, modeling, forecasting. Vypusk 13* [Economics, modeling, forecasting. Issue 13]. Minsk: NIEI of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus; 2019. p. 170–175. Russian.
6. Kalitine BS, Bahaliubskaya-Siniakova KS. [Analysis of the mathematical model of the ways of economic development]. In: *Modelirovanie i issledovanie ustoichivosti dinamicheskikh sistem. Materialy XIX Mezhdunarodnoi konferentsii (DSMSI – 2019); 22–24 maya 2019 g.; Kiev, Ukraina* [Dynamical systems modeling and stability investigation. Proceedings of XIX International conference (DSMSI – 2019); 2019 May 22–24; Kyiv, Ukraine]. Kyiv: Taras Shevchenko National University of Kyiv; 2019. p. 92–93. Russian.
7. Kalitine BS. *Matematicheskie modeli pervogo poryadka konkurentnogo rynka* [First-order mathematical models of a competitive market]. Minsk: Belarusian State University; 2011. 131 p. Russian.

Статья поступила в редколлегию 22.09.2020.
Received by editorial board 22.09.2020.

ОЦЕНКА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАН
С МАЛОЙ ОТКРЫТОЙ ЭКОНОМИКОЙГ. Г. ГОЛОВЕНЧИК¹⁾, А. Б. ЖИРКЕВИЧ²⁾¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь²⁾ООО «СивиттаБиУай», ул. Интернациональная, 25А, 220030, г. Минск, Беларусь

На основе критериев, предложенных профессором Е. Л. Давыденко, выделены европейские страны с малой экономикой. Проведен рейтинговый анализ положения стран с малой экономикой с использованием известных международных индексов, которые характеризуют уровень развития цифровой экономики. Предложена новая формула для расчета усредненного места страны в итоговом рейтинге уровня цифровой трансформации. Рассмотрен уровень цифровой трансформации стран с малой экономикой при помощи кластерного подхода.

Ключевые слова: информационно-коммуникативные технологии; цифровая трансформация; страны с малой экономикой; рейтинг; национальная экономика; инновационное развитие.

ASSESSMENT OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF EUROPEAN
COUNTRIES WITH SMALL OPEN ECONOMIESG. G. GOLOVENTCHIK^a, A. B. ZHYRKEVICH^b^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus^bCivitta BY Ltd, 25A Internacyjanalnaja Street, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: G. G. Goloventchik (goloventchik@bsu.by)

The article is based on the criteria proposed by professor E. L. Davydenko, in which European countries with small open economies are selected. A rating analysis of countries with small economies situation based on well-known international indices that characterise the level of digital economy development is carried out. A new formula is proposed for calculating country average position in the final rating of digital transformation level. The analysis of digital transformation level of countries with small economies using the cluster approach is carried out.

Keywords: information and communication technologies; digital transformation; small economy countries; rating; national economy; innovative development.

Образец цитирования:

Головенчик ГГ, Жиркевич АБ. Оценка цифровой трансформации европейских стран с малой открытой экономикой. Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. 2020;2:27–37 (на англ.).

For citation:

Goloventchik GG, Zhyrkevich AB. Assessment of the digital transformation of European countries with small open economies. Journal of the Belarusian State University. Economics. 2020;2:27–37.

Авторы:

Галина Геннадьевна Головенчик – кандидат экономических наук, доцент; доцент кафедры аналитической экономики и эконометрики экономического факультета, доцент кафедры международных экономических отношений факультета международных отношений.

Ангелина Борисовна Жиркевич – бизнес-аналитик.

Authors:

Galina G. Goloventchik, PhD (economics), docent; associate professor at the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics, and associate professor at the department of international economic relations, faculty of international relations.

goloventchik@bsu.by

Anhelina B. Zhyrkevich, business analyst.

anhelina.zhyrkevich@gmail.com

The current era is characterised by transition from the industrial to the post-industrial development stage. The material basis of post-industrial civilisation is the knowledge economy. This economy is an innovative type of system that can generate the knowledge necessary for its growth and development. At the same time, the transition is ensured by the large-scale, full-format dissemination and use in all spheres of the modern society of information and communication technologies (hereinafter – ICT), which form the technical and technological core of the future intellectual economy. Over the past 10–15 years, as a result of the nascency (mainly in economically developed countries) of a host of fundamentally new business models and financial schemes based on ICT use, it has become possible to radically increase the efficiency of management and management, competitiveness at micro- and macrolevels. On the agenda is the issue of digital transformation of the economy, both national and global (see details in [1]).

Digital transformation involves the full integration of industry and digital technology to increase efficiency and optimise the process of resource allocation, improving business models and production methods. In response to the deep digital technologies integration in the real economy, not only new, but also traditional industries are constantly developing, new models of development and public administration are being created. Moreover, the digital transformation has led to improved management practices in a number of countries.

Countries with different development levels and economy scale are committing digital transformation. As part of the study of digital transformation issues, the most interesting countries for the Republic of Belarus are countries with small economies, which are more dependent on world conditions and competitiveness closely related to economy digitalisation in foreign markets. In this article, the study of digital transformation features is focused on European countries with small economies, as most of the international digital transformation indices (IMD world digital competitiveness index, Digital evolution index, Global connectivity index and Digital economy and society index) are calculated mainly for these countries.

Previously, countries with small economies were selected from all European countries based on the criteria proposed by professor E. L. Davydenko: the size of the country, as a rule, does not exceed 500 000 km², the country's share in world GDP is not more than 1 %, country's GDP does not exceed 5 % of US GDP, population is more than 0.5 mln people, country's population does not exceed 6 % of US population, export quota exceeds global average of 30 % [2, p. 14]. Based on the proposed criteria, Andorra, Vatican, Cyprus, Liechtenstein, San Marino and Monaco were excluded from the analysis.

Analysis results, based on World Bank statistics¹, are presented in table 1.

Table 1

European states classification depending on economy and population size (data for 2019)

Country	Economy size	Population people, mln	Share of US population, %	GDP, mln US dollars	Share of world GDP, %	Share of US GDP, %
Germany	Large	82.1	25.3	3 996 759.3	4.7	19.5
United Kingdom	Large	66.2	20.4	2 825 208.0	3.3	13.8
France	Large	65.0	20.0	2 777 535.2	3.2	13.6
Italy	Large	59.4	18.3	2 073 902.0	2.4	10.1
Spain	Large	46.4	14.3	1 426 189.1	1.7	7.0
Ukraine	Controversial	44.2	13.6	130 832.4	0.2	0.6
Poland	Controversial	38.2	11.8	585 782.9	0.7	2.9
Romania	Controversial	19.7	6.1	239 552.5	0.3	1.2
Netherlands	Controversial	17.0	5.2	913 658.5	1.1	4.5
Belgium	Small	11.4	3.5	531 766.9	0.6	2.6
Greece	Small	11.2	3.5	218 031.8	0.3	1.1
Czech Republic	Small	10.6	3.3	245 225.9	0.3	1.2
Portugal	Small	10.3	3.2	237 978.9	0.3	1.2

¹DataBank. World Development Indicators // World Bank [Electronic resource]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/?tab=featured> (date of access: 26.05.2020).

Ending table 1

Country	Economy size	Population people, mln	Share of US population, %	GDP, mln US dollars	Share of world GDP, %	Share of US GDP, %
Sweden	Small	9.9	3.1	551 031.7	0.6	2.7
Hungary	Small	9.7	3.0	155 703.1	0.2	0.8
Belarus	Small	9.5	2.9	59 662.5	0.1	0.3
Austria	Small	8.7	2.7	455 736.6	0.5	2.2
Switzerland	Small	8.5	2.6	705 501.3	0.8	3.4
Bulgaria	Small	7.1	2.2	65 133.0	0.1	0.3
Serbia	Small	8.8	2.7	50 508.4	0.1	0.2
Denmark	Small	5.7	1.8	352 058.4	0.4	1.7
Finland	Small	5.5	1.7	237 961.0	0.3	1.2
Slovakia	Small	5.4	1.7	106 472.2	0.1	0.5
Norway	Small	5.3	1.6	434 750.9	0.5	2.1
Ireland	Small	4.8	1.5	382 487.5	0.4	1.9
Croatia	Small	4.2	1.3	60 805.7	0.1	0.3
Moldova	Small	4.1	1.3	11 309.1	0.0	0.1
Bosnia and Herzegovina	Small	3.5	1.1	19 781.8	0.0	0.1
Albania	Small	2.9	0.9	15 058.9	0.0	0.1
Lithuania	Small	2.9	0.9	53 251.4	0.1	0.3
North Macedonia	Small	2.1	0.6	12 672.1	0.0	0.1
Slovenia	Small	2.1	0.6	54 235.5	0.1	0.3
Latvia	Small	1.9	0.6	34 849.1	0.0	0.2
Estonia	Small	1.3	0.4	30 284.9	0.0	0.1
Montenegro	Small	0.6	0.2	5452.2	0.0	0.0
Luxembourg	Small	0.6	0.2	69 487.9	0.1	0.3
Malta	Small	0.4	0.1	14 542.0	0.0	0.1
Iceland	Small	0.3	0.1	25 882.2	0.0	0.1

Note. Indicators of country as a country with a small economy are marked in blue.

As can be seen from the above, 29 countries can be unambiguously attributed to European countries with small economies. At the same time, four countries remain controversial as of 2019 (Netherlands, Poland, Romania, Ukraine).

All European countries with small economies are represented in the matrix in figure 1.

All small European countries can be divided into four subgroups:

- countries with a significant share of GDP and population (Switzerland, Belgium, Austria, Sweden, Norway, Ireland, Denmark, Finland);
- countries with a relatively large share of GDP and population (Czech Republic, Hungary, Belarus, Bulgaria, Slovakia, Portugal, Greece, Croatia, Serbia);
- countries with a relatively small share of GDP and population (Lithuania, Latvia, Estonia, Moldova, the former Yugoslavia);
- countries with a small share of GDP and population (Iceland, Luxembourg).



Fig. 1. Significance matrix of small European countries in total GDP and population

It should be noted that the digital development of countries with a small open economy at this stage has its own specific features in the possession and retention of competitive advantages in the long term.

The development level of the digital transformation and the country's rating are measured on the basis of various composite indices integrating individual sub-indices responsible for individual digital transformations. The sub-indices values show the development level of country (geographical region) in the area of digital economy.

Well-known indices that characterise the development level of digital economy are considered in the work:

- ICT development index (IDI) [3];
- Digital economy and society index (DESI)²;
- IMD world digital competitiveness index (WDCI)³;
- Digital evolution index (DEI) [4];
- Networked readiness index (NRI) [5];
- The UN global e-government development index (EGDI) [6];
- E-participation index (EPART) [6];
- Global connectivity index (GCI, Huawei)⁴;
- The global innovation index (GII) [7].

The places of European countries with small economies in the latest ratings of digital economy development are presented in table 2.

Table 2

European countries in the latest ratings of digital economy development (2017–2019)

Country	IDI 2017	DESI 2019	WDCI 2019	DEI 2017	NRI 2019	EGDI 2018	EPART 2018	GCI 2019	GII 2019
Austria	21	13	20	19	15	20	45	19	21
Albania	89	–	–	–	75	74	59	–	83
Belarus	32	–	–	–	61	38	33	47	72
Belgium	25	9	25	18	20	27	59	20	23
Bulgaria	50	27	45	41	49	47	35	34	40
Bosnia and Herzegovina	83	–	–	–	81	105	125	–	76
Hungary	48	23	43	32	38	45	69	31	33
Greece	38	26	53	38	43	35	34	38	41
Denmark	4	4	4	4	6	1	1	5	7
Ireland	20	6	19	16	19	22	22	18	12
Iceland	1	–	27	–	21	19	75	–	20
Latvia	35	17	36	28	39	57	75	–	34
Lithuania	41	14	30	–	31	40	51	28	38
Luxembourg	9	6	21	–	11	18	19	16	18
Malta	24	10	–	–	26	30	39	–	27
Moldova	59	–	–	–	66	69	37	–	58

²Digital economy and society index // European Commission [Electronic resource]. URL: <https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/visualizations> (date of access: 26.05.2020).

³IMD world digital competitiveness ranking 2019 // IMD World Competitiveness Centre [Electronic resource]. URL: <https://www.imd.org/contentassets/6b85960f0d1b42a0a07ba59c49e828fb/one-year-change-vertical.pdf> (date of access: 25.05.2020).

⁴Powering intelligent connectivity with global collaboration. Mapping your transformation into a digital economy with GCI 2019 // Huawei [Electronic resource]. URL: <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/index.html> (date of access: 26.05.2020).

Country	IDI 2017	DESI 2019	WDCI 2019	DEI 2017	NRI 2019	EGDI 2018	EPART 2018	GCI 2019	GII 2019
Norway	7	–	9	1	4	14	11	8	19
Portugal	44	18	34	24	28	29	30	24	32
North Macedonia	69	–	–	–	65	79	71	–	59
Serbia	55	–	–	–	52	49	48	53	57
Slovakia	46	21	47	33	35	49	50	32	37
Slovenia	33	16	32	29	27	37	48	29	31
Finland	22	1	7	5	7	6	1	7	6
Croatia	36	20	51	–	44	55	57	39	44
Montenegro	61	–	–	–	–	58	64	–	45
Czech Republic	43	19	37	27	30	54	92	25	26
Switzerland	3	–	5	3	5	15	41	2	1
Sweden	11	2	3	2	1	5	19	3	2
Estonia	17	8	29	21	23	16	27	21	24
Total place in rating	176	28	63	60	121	193	193	79	129

After studying the key indices, it is possible to calculate the place of each European country with a small economy in the overall ranking of digital transformation in 2019. The average rating cannot be calculated using the arithmetic mean method, because does not consider several key points:

- different number of countries in different ratings: there is a difference in the fact that a country took 4th place among 28 or among 193 participants;
- country's place change in a particular rating depending on year, i. e. country's movement direction and pace towards the digital economy;
- participation of each country in several ratings, moreover, during the year different countries take part in a different number of ratings.

Given above features, the formula for calculating an average place N in the final rating is the following:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\ln \cdot n}{\ln(i+1)} \cdot e^{\frac{\Delta i}{n}} \right)}{m},$$

where i – country place in the current ranking; n – total number of countries in the current ranking; e – Eulerian number; Δi – difference between the country's places in the previous and current ratings; m – total number of ratings, in which the country participates in the current year.

It is important to note the possibility of the following situation: the country is present in the ranking of this year, but it is absent in the last year, and vice versa. As an example, it can be taken Latvia and Bulgaria, which took 28th and 41st places, respectively in the DEI 2017 ranking (total number of places is 60), but absented in DEI 2014 (total number of places is 50). Or, as an another example, it can be cited Belarus, which was not included in the NRI 2016 rating (where 139 countries were present), however in the NRI 2019 rating the country took 61st position out of 121. Thus, for the correct calculation of the total rating it should be assigned the 25th place for Latvia and Bulgaria in DEI 2014, as well as the 69th place for Belarus in NRI 2016, i. e. the average values in respective ratings.

For calculations, an additional table 3 was compiled, which shows the places of small European countries in the penultimate ratings of digital economy development.

Table 3

European countries in the penultimate ratings of digital economy development (2014–2018)

Country	IDI 2016	DESI 2018	WDCI 2018	DEI 2014	NRI 2016	EGDI 2016	EPART 2016	GCI 2018	GII 2018
Austria	24	12	15	10	20	16	14	20	21
Albania	89	–	–	–	84	82	55	–	83
Belarus	31	–	–	–	–	49	76	42	86
Belgium	23	9	23	20	23	19	55	20	25
Bulgaria	53	26	43	–	69	52	43	43	37
Bosnia and Herzegovina	81	–	–	–	97	92	89	–	77
Hungary	49	23	46	44	50	46	91	30	33
Greece	38	27	53	41	70	43	65	34	42
Denmark	3	3	4	11	11	9	22	7	8
Ireland	19	8	20	16	25	26	39	16	10
Iceland	2	–	21	–	16	27	50	–	23
Latvia	40	17	35	–	32	45	84	–	34
Lithuania	41	14	29	–	29	23	17	24	40
Luxembourg	9	6	24	–	9	25	43	13	15
Malta	25	10	–	–	34	30	25	–	26
Moldova	63	–	–	–	71	65	50	–	48
Norway	10	–	6	14	4	18	27	9	19
Portugal	44	18	32	26	30	38	50	25	32
North Macedonia	68	–	–	–	46	69	65	–	84
Serbia	55	–	–	–	75	39	17	53	55
Slovakia	47	20	50	36	47	67	82	31	36
Slovenia	33	16	34	28	37	21	37	26	30
Finland	21	4	7	7	2	5	8	6	7
Croatia	42	21	44	–	54	37	25	35	41
Montenegro	56	–	–	–	51	47	17	–	52
Czech Republic	39	19	33	31	36	50	76	29	27
Switzerland	4	–	5	5	7	28	72	4	1
Sweden	8	2	3	2	3	6	27	3	3
Estonia	14	7	25	24	22	13	22	22	24

According to the formula, the average ratings of small European countries were calculated according to the level of digital development in 2017–2019 (table 4).

Table 4

Rating of small European countries in terms of digital development using a new method of calculation

Place	Country	Country index	Europe region
1	Denmark	3.82546	Northern Europe
2	Sweden	3.46908	Northern Europe
3	Switzerland	3.32653	Western Europe
4	Finland	3.19041	Northern Europe
5	Norway	2.81022	Northern Europe
6	Iceland	2.44225	Northern Europe
7	Luxembourg	1.77525	Western Europe
8	Ireland	1.65771	Western Europe
9	Estonia	1.50705	Northern Europe
10	Malta	1.47770	Southern Europe
11	Austria	1.45211	Western Europe
12	Belgium	1.45144	Western Europe
13	Belarus	1.39000	Eastern Europe
14	Portugal	1.38529	Southern Europe
15	Greece	1.32998	Southern Europe
16	Slovenia	1.31665	Southern Europe
17	Slovakia	1.31421	Eastern Europe
18	Hungary	1.31130	Eastern Europe
19	Czech Republic	1.28329	Eastern Europe
20	Lithuania	1.26971	Northern Europe
21	Moldova	1.26888	Eastern Europe
22	Latvia	1.26360	Northern Europe
23	Bulgaria	1.25453	Eastern Europe
24	Serbia	1.24134	Southern Europe
25	Croatia	1.19811	Southern Europe
26	Albania	1.19365	Southern Europe
27	North Macedonia	1.19249	Southern Europe
28	Montenegro	1.19130	Southern Europe
29	Bosnia and Herzegovina	1.09628	Southern Europe

It is necessary to pay attention to the dependence of the digital development level on the region, in which the country is located (based on the results of the rating).

According to the UN nomenclature, European countries are divided into four main regions: Western, Eastern, Northern and Southern Europe. For clarity, these countries are highlighted in different colors in table 4.

It can be observed that the Scandinavian countries of Northern Europe got the highest scores (the first five out of six places of the rating), then there is a cluster of Western European countries, the «old» countries of Southern Europe (Malta is the leader) are lower in the rating, the countries of Eastern Europe are in the middle of the rating, the minimum scores have countries of Southern Europe located in the west of the Balkan Peninsula (the former Yugoslavia). Lithuania and Latvia, related to Northern Europe, are significantly inferior to the Scandinavian countries in terms of points, but Estonia is actively competing with them and is improving

its position in the digitalisation race every year. The Republic of Belarus, occupying 17th place, is one of the leaders among Eastern European countries.

It should be noted the high level of digitalisation of small European countries in Northern Europe: Denmark, Sweden, Finland, Iceland and Norway. In this race, they were able to break far ahead of many large developed countries, continuing to set themselves more and more ambitious goals and objectives.

Based on the high digitalisation rates of the economies of the Scandinavian countries, one cannot but wonder: why these relatively small countries with a small population and, according to historians, which lagged behind in development from countries with «classical capitalism» for a long time, could become universally recognised innovation centres in Europe and continue to hold leading positions for more than 10 years?

The reason for this can be called an effective government policy, focused on building effective innovation systems based on triple helix and quadruple helix, the distribution of a significant share of the state budget expenditures on R&D, support and stimulation of digital transformation processes by government. Triple helix principle can be interpreted as the interaction of innovative efforts of the state, business and the education sector (primarily universities). In recent years, researchers have noticed a significant impact on innovative processes from the various social sectors, which can be called quadruple helix. As a result, it becomes even more effective interaction, as the support of the population can contribute to the speedy construction of an innovative economy. However, in practice, quadruple helix principle is implemented only in Northern Europe countries, where various social groups actively participate in creation and implementation of digital development models. The main reason for this phenomenon is the significant role of the population of the Scandinavian countries in building a welfare state. Society is the basis of all changes in these countries, both internal and external, the basis for solving all problems (social, economic and environmental).

All Northern European countries are characterised by a strategy that defines goals and directions of digitalisation and bases on economic interests and the provides better living conditions for the population through digital technologies using.

For example, the basis for building the digital economy in Denmark was Digital strategy 2016–2020, according to which the Danish government committed itself to becoming digital by default. Interestingly, the strategy was written in English: this confirms the willingness of Denmark to become an international center for business digitalisation. Due to Digital strategy for 2016–2020 (hereinafter – strategy) Denmark continues to evolve along the path of digital governance, communications and electronic services. The specific areas of this Strategy are the following: a convenient and simple digital public sector; more efficient use and faster data processing; improving platform for the business community; public data sector presence as a growth factor; an efficient utilities sector; data protection in the public sector; sustainable digital infrastructure and digitisation for everyone. The Strategy emphasises the need for close cooperation of public sector with business, interested organisations and other actors in laying the foundation for a flexible and adaptive society, ready to create an increasingly digitalised world.

European experts on digital transformation believe that key factors of Denmark's competitiveness are development of high-speed mobile communications, widespread use of Internet, including provision of Internet services, population «familiarisation» with digital innovations, number of IT specialists, and active use of digital technologies in business sphere. Based on Digital growth strategy of Denmark for 2018–2025 adopted in January 2018 measures are being taken to correlate the processes of education and vocational training at various levels with the needs of the business sector.

The basis of Swedish economy digitalisation is Digital strategy, which was developed in 2017. It includes several main areas of development: improving digital literacy, ensuring security, stimulating creation and implementation of innovations, leadership, and infrastructure developing. In addition, the National cybersecurity strategy was adopted and many new digital projects were implemented in Sweden in 2017, e. g., the SmartCoding is a project that will help ensure gender equality in the IT field, helping women learn programming. Also there are regional and local strategies for certain aspects, for example, in terms of connecting to the Internet. In addition, Sweden can boast of the rapid growth in the digital services trade, significant investment in knowledge and stimulation of innovation, as well as the creation of new business models using big data and artificial intelligence technologies.

The first large-scale document in the field of Finnish economy digitalisation was «Productive and innovative Finland. Action plan in the field of digital technologies for 2011–2020». This plan was adopted back in 2011. Principally, Finland was one of the first countries that, at the highest level, drew attention to the importance and prospects of digitising its economy. The key objectives of this plan were to ensure public access to public data and its effective use, development of user-oriented services, providing older people the opportunity to lead an active lifestyle, sustainable development through the development of new technologies. The peculiarity of Finnish economy digitalisation lies in the fact that it is carried out in conditions of a high level of social

responsibility (from protecting the environment to equal rights and opportunities for citizens) and stimulates the «smart» digitalisation available to all citizens. Digital skills possession, fixed and mobile communications, the Internet and Internet services use, state-owned digital services development, as well as digital technologies integration in business are Finland's main competitive advantages. National program for the development of artificial intelligence was adopted in 2017 to achieve the country's leadership in artificial intelligence use.

Norway adopted several agendas for the information society and (or) digital government (e. g., eNorway plans) between 2005 and 2017. Although each of these programme documents emphasised different orientation, reflecting different views on problems based on changing political priorities, and defined different goals, these programs relied on achievements and general problematic issues. As a result, this interconnected model has ensured continuity in the process of developing and implementing policies. So that Norway becomes one of the leading countries in the creation of digital government.

The current Digital agenda for Norway (also known as White paper), introduced by the government in 2016, emphasises the need to use digital technology to modernise and simplify processes in the public sector, as well as ICT and digitalisation are seen as tools to ensure strategic competitive advantage country. To improve the quality of citizens life and enterprises work and productivity, the following priorities of the government (Ministry of Local Government and Regional Development of Norway) are defined in the White paper:

- user focus: use of technologies that provide high-quality and integrated public services for citizens and simplify everyday life;
- ICT as a significant contribution to innovation and productivity: digitise government operations in ways that support overall digital innovation and business competitiveness;
- fostering digital competency and inclusiveness: continuous improvement of digital competence and inclusiveness at all life stages and in all population groups (e. g., migrants, refugees);
- effective public sector digitalisation: digital technology introduction in public sector reform in order to reduce management complexity level and provide user-friendly digital services. Common solutions development and promotion of its use in central and local authorities, as well as ensuring compatibility with European solutions;
- reliable data protection and information security: data protection and security consideration as integrated elements of ICT development and use. Citizens need to have operational control over own data. Securing ICTs to maintain confidence in digital solutions.

The Norwegian government plans to increase investment in educational programmes. In the near future, the following promising aspects will be considered: creation of a large number of educational institutions with best practices in the field of ICT, promoting expansion and strengthening of scientific community in the field of ICT, strengthening ICT research based on a long-term research and higher education plan, well-defined technological perspective inclusion in basic education.

The Scandinavian countries governments understand that in order to ensure stable and successful economy development, it is necessary to enable population to play a leading role in production and distribution of material goods. Human capital is not only a combination of knowledge and skills, but also investments in improving population welfare, encouraging citizens to engage in self-education, generate new ideas, develop innovations that contribute to production sphere development. All this can be achieved only if the government takes all measures to achieve maximum results in the direction of digital economy formation and development. Therefore, the Republic of Belarus, which wants to improve performance in ratings and indices, needs to correctly prioritise to build a digital economy.

Библиографические ссылки

1. Головенчик ГГ, Ковалев ММ. *Цифровая экономика*. Минск: Издательский центр БГУ; 2019. 395 с.
2. Давыденко ЕЛ, Ботеновская ЕС, Жуковская ОЮ, Столярова ЕВ, Руденков ВМ, Матюшевский ЯС, редакторы. *Страны с малой экономикой в условиях интеллектуализации, дигитализации и экологизации*. Минск: ИВЦ Минфина; 2019. 350 с.
3. Woodall M, Gibson M, editors. *Measuring the information society report. Volume 1*. Geneva: International Telecommunication Union; 2017. 156 p.
4. Chakravorti B, Chaturvedi RSh. *Digital planet 2017: How competitiveness and trust in digital economies vary across the world*. Medford: The Fletcher School; 2017. 70 p. Co-published by the Tufts University.
5. Dutta S, Lanvin B, editors. *The network readiness index 2019: towards a future-ready society*. Washington: Portulans Institute; 2019. 310 p.
6. *United Nations E-Government Survey 2018: Gearing e-government to support transformation towards sustainable and resilient societies*. New York: United Nations; 2018. 30 p.
7. Dutta S, Lanvin B, Wunsch-Vincent S, editors. *Global innovation index 2019: creating healthy lives – the future of medical innovation. 12th edition*. Geneva: Cornell University, INSEAD, WIPO; 2019. 451 p. Co-published by SC Johnson College of Business, World Intellectual Property Organisation.

References

1. Goloventchik, GG. Kovalev MM. *Tsifrovaya ekonomika* [Digital economy]. Minsk: BSU Publishing centre; 2019. 395 p. Russian.
2. Davydenko EL, Botenovskaya ES, Zhukovskaya OYu, Stolyarova EV, Rudenkov VM, Matyushevsky YaS, editors. *Strany s maloi ekonomikoi v usloviyakh intellektualizatsii, digitalizatsii i ekologizatsii* [Countries with small economies in the conditions of intellectualisation, digitalisation and ecologisation]. Minsk: Informatsionno-vychislitel'nyi tsentr Minfina; 2019. 350 p. Russian.
3. Woodall M, Gibson M, editors. *Measuring the information society report. Volume 1*. Geneva: International Telecommunication Union; 2017. 156 p.
4. Chakravorti B, Chaturvedi RSh. *Digital planet 2017: How competitiveness and trust in digital economies vary across the world*. The Fletcher School; 2017. 70 p. Co-published by the Tufts University.
5. Dutta S, Lanvin B, editors. *The network readiness index 2019: towards a future-ready society*. Washington: Portulans Institute; 2019. 310 p.
6. *United Nations E-Government Survey 2018: Gearing e-government to support transformation towards sustainable and resilient societies*. New York: United Nations; 2018. 30 p.
7. Dutta S, Lanvin B, Wunsch-Vincent S, editors. *Global innovation index 2019: creating healthy lives – the future of medical innovation. 12th edition*. Geneva: Cornell University, INSEAD, WIPO; 2019. 451 p. Co-published by SC Johnson College of Business, World Intellectual Property Organisation.

Статья поступила в редколлегию 20.07.2020.
Received by editorial board 20.07.2020.

ДИНАМИЧЕСКИЙ УСЛОВНО-КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ФИНАНСОВОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ: БУДУЩЕЕ ЕВРОДОЛЛАРА И БИТКОИН НА ФОРЕКС-РЫНКАХ

К. ТСАРИС¹⁾

¹⁾Университет Иоаннина, Университетский кампус, 54110, г. Иоаннина, Греция

В данной статье рассматриваются изменяющиеся во времени условные корреляции между будущим рынком евродоллара и семью Форекс-рынками биткоина. Автор применяет двумерную динамическую условную корреляционную модель DCC-GARCH, чтобы зафиксировать потенциальные эффекты финансового распространения между этими рынками в 2017–2019 гг. Эмпирические результаты за исследуемый период показывают финансовое распространение в отношении семи двумерных моделей и потенциальные каналы передачи волатильности между рынками, что имеет решающее значение для директивных органов, которые обеспечивают регулирование вышеуказанных рынков производных финансовых инструментов.

Ключевые слова: модель DCC-GARCH; Форекс-рынки; биткоин; рынок евродоллара; коэффициент финансового распространения; динамически условная коинтеграция.

Благодарность. Автор выражает благодарность рецензентам за их комментарии и предложения, которые помогли улучшить статью. Ответственность за возможные ошибки, допущенные в результате исследования, несет автор статьи.

DYNAMIC CONDITIONAL CORRELATION ANALYSIS OF FINANCIAL CONTAGION: EURODOLLAR FUTURE AND FOREX BITCOIN MARKETS

К. TSIARAS^a

^aUniversity of Ioannina, University Campus, Ioannina 54110, Greece

This paper examines the time-varying conditional correlations between eurodollar future market and seven Forex bitcoin markets. We apply a bivariate dynamic conditional correlation DCC-GARCH model in order to capture potential contagion effects between the markets for the period 2017–2019. Empirical results reveal contagion during the under investigation period regarding the seven bivariate model, showing potential volatility transmission channels among the markets. Findings have crucial implications for policymakers, who provide regulations for the above derivative markets.

Keywords: DCC-GARCH model; bitcoin Forex markets; eurodollar future market; financial contagion; dynamic conditional correlations.

Acknowledgements. We want to thank the anonymous referees for their valuable comments and suggestions which helped us to improve the paper. Any responsibility for remaining errors in the resulting work is our own.

Образец цитирования:

Тсарис К. Динамический условно-корреляционный анализ финансового распространения: будущее евродоллара и биткоин на Форекс-рынках. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* 2020;2:38–49 (на англ.)

For citation:

Tsiaras K. Dynamic conditional correlation analysis of financial contagion: eurodollar future and Forex bitcoin markets. *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2020;2:38–49.

Автор:

Константинос Тсарис – кандидат экономических наук; доктор департамента экономических наук.

Author:

Konstantinos Tsiaras, PhD (economics); doctor of philosophy at the department of economic sciences.
konstantinos.tsiaras1988@gmail.com

Introduction

This paper investigates the potential volatility spillover and contagion effects of eurodollar future market and seven Forex bitcoin markets. By employing a bivariate DCC-GARCH model, we show significant volatility spillover effects. Moreover, we use the definition of contagion suggested by Forbes and Rigobon¹ according to [1]. Dynamic conditional correlations reveal contagion effects in sub-periods between eurodollar future market and the seven Forex bitcoin markets.

The motivation for this paper is analysed as follows. In the literature, this is the first empirical research exploring the potential conditional second moments of the distribution between eurodollar future market and the seven Forex bitcoin markets [2–4]. Second, we provide new evidence to financial market theory regarding the potential contagion effects between eurodollar future market and the seven Forex bitcoin markets. Third, we use data for Forex bitcoin markets from 2017, when first appeared in datastream database.

There are some empirical studies exploring the conditional volatility of bitcoin market [5–9]. In addition, many researchers support the use of bitcoin market as a speculative market [2; 10–12]. In the literature, there are studies investigating the volatility spillover effects between bitcoin market and different financial markets [7; 9; 13–18]. Moreover, some empirical studies have investigated the effects of future bitcoin markets [11; 19; 20] and the effects between different future and financial markets [21–23]. In this paper, we provide evidence of potential spillovers between markets unexplored before.

The paper is organised as follows. Section two shows the methodology and data. Section three provides the empirical results. The last section of the paper concludes.

Methodology and data

In the first stage, we filter our linear structure of the returns series and decouple of from the conditional variance by employing the VAR model. We generate the daily logarithmic returns.

$$y_t = \gamma + \sum_{s=1}^n \alpha_s r_{t-s} + \varepsilon_t, \text{ with } t = 1, \dots, T \text{ and } \varepsilon_t = \sqrt{h_t} u_t,$$

where r_{t-s} is the 2×1 column vector of future and Forex markets, γ and α_s are respectively, a 2×1 vector and 2×2 matrices of parameters and ε_t are 2×1 vectors of innovations. The lag length is chosen by information criteria². u_t is standardised errors, h_t is conditional variance depending on h_t and ε_t for each market lagged one period, generated by the univariate GARCH(1,1) model [24]:

$$h_t = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + b h_{t-1},$$

where ω is constant, a and b are ARCH and GARCH effects.

Next, we use the R. F. Engle as written in [25] representation of the bivariate GARCH model in order to estimate the bivariate conditional variance matrix (H_t is $N \times N$ matrix, with N the number of markets, $i = 1, \dots, N$) as follows:

$$H_t = D_t R_t D_t$$

where D_t is the conditional variance matrix given by

$$D_t = \begin{pmatrix} \frac{1}{h_{11,t}^2} & & \\ & \dots & \\ & & \frac{1}{h_{NN,t}^2} \end{pmatrix},$$

where R_t is the condition correlation matrix of $N \times N$ dimension and defined as follows:

$$R_t = (p_{iii}) = \text{diag} \left(q_{11,t}^{-\frac{1}{2}} \dots q_{NN,t}^{-\frac{1}{2}} \right) Q_t \text{diag} \left(q_{11,t}^{-\frac{1}{2}} \dots q_{NN,t}^{-\frac{1}{2}} \right),$$

where the $N \times N$ symmetric positive definite matrix $Q_t = (q_{ii,t})$ is given by

$$Q_t = (1 - \alpha - \beta) \bar{Q} + \alpha u_{t-1} u_{t-1}' + \beta Q_{t-1},$$

where \bar{Q} is the $N \times N$ unconditional variance matrix of u_t , and α and β are non-negative scalar parameters, satisfying $\alpha + \beta < 1$.

¹They defined contagion as a significant increase in cross-market linkages after a shock.

²The VAR order length is selected by the final predicted error and the Akaike criterion. The results are available upon request.

We use daily data for eurodollar future market (CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE) and seven Forex bitcoin markets (USD/BITCOIN, EUR/BITCOIN, NZD/BITCOIN, AUD/BITCOIN, CAD/BITCOIN, CHF/BITCOIN, JPY/BITCOIN). We downloaded data from datastream database. We set the period from 18 December 2017 to 20 May 2019 (371 observations) and use the market returns generated by the equation $r_t = \log(p_t) - \log(p_{t-1})$, where p_t is the price of future market on day t and p_{t-1} is the price of future market on day $t-1$.

In table 1 we see the summary statistics for the market returns. CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE exhibits the highest mean value ($-6,4221e-005$). Based on the highest maximum (0,178 18), the minimum ($-0,13549$) and the highest standard deviation (0,037612) values, EUR/BITCOIN presents the largest fluctuations among all the markets. Additionally, all market returns are negatively skewed, except the case of EUR/BITCOIN. Furthermore, we observe that all market returns show excess kurtosis. In addition, Jarque – Bera statistic results indicate the rejection of the null hypothesis of normality for all market returns except the cases of SGX-KRW/USD CONT.AVG - SETT. PRICE and DGCX-EUR/USD CONTINUOUS AVG. - SETT. PRICE. ADF (Dickey and Fuller 1979) test results reject the null hypotheses of unit root at 1 % level, showing that the daily market returns appropriate for further testing.

Figure 1 graphs the logarithmic returns for CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE, USD/BITCOIN, EUR/BITCOIN, NZD/BITCOIN, AUD/BITCOIN, CAD/BITCOIN, CHF/BITCOIN and JPY/BITCOIN. Based on the virtual observation of the graph, we see time varying levels of fluctuations, indicating the presence of heteroskedasticity and appropriate the use of DCC-GARCH model.

Empirical results

In this section, we present the empirical results generated by the bivariate DCC-GARCH model. Sub-section «Results of the univariate GARCH(1,1) model» shows the results of the univariate GARCH model while in sub-section «Results of the bivariate DCC-GARCH(1,1) model, diagnostic tests and selected information criteria», we analyse the results of the multivariate DCC-GARCH model. In sub-section «Analysis of the dynamic conditional correlations», we report an analysis of the generated dynamic conditional correlations (DCC).

Results of the univariate GARCH(1,1) model. Table 2 shows the estimated values for univariate GARCH(1,1) model. Empirical results report statistically significant ω for CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE and EUR/BITCOIN. Moreover, ARCH (a) and GARCH (b) terms are highly significant for all the markets returns.

In figure 2, we observe the behaviour of conditional variances for CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE, USD/BITCOIN, EUR/BITCOIN, NZD/BITCOIN, AUD/BITCOIN, CAD/BITCOIN, CHF/BITCOIN and JPY/BITCOIN. We see strongly volatile conditional variances for all the market returns over time. Additionally, results indicate a common movement of conditional volatilities.

Results of the bivariate DCC-GARCH(1,1) model, diagnostic tests and selected information criteria. Table 3 presents the results of the bivariate DCC model estimations. the estimated average correlations are statistically significant for the pairs of markets: CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE – NZD/BITCOIN and CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE – CHF/BITCOIN. We see statistically significant β -parameters, indicating strong GARCH effects for the pairs of markets: CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE – USD/BITCOIN, CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE – NZD/BITCOIN and CME-

EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE – CAD/BITCOIN. Additionally, we provide the estimates of the degrees of freedom and of the log-likelihood.

In table 4 we report the results of diagnostic tests and information criteria. $\chi^2(4)$ statistic results suggest that the null hypothesis of no spillovers is rejected at 1 % significance level. Ljung – Box test results [26–27] provide evidence of no serial autocorrelation, suggesting the absence of misspecification errors of the estimated multivariate GARCH model. Moreover, the estimated AIC and SIC information criteria are presented.

Figure 3 plots the conditional covariances for all the pairs of market returns during the whole period. We observe for all the conditional covariances a tremble trend. Additionally, conditional covariances seem to be extreme volatile.

Analysis of the dynamic conditional correlations. Table 4 shows the descriptive statistics of the dynamic conditional correlations of the seven pairs of markets. We observe the highest mean value (0,659 38) is for the pair of markets CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE – NZD/BITCOIN. The highest standard deviation value for the pair of markets CME-EURO_GLOBEX_CONT._ - SETT._PRICE – CHF/BITCOIN indicates that the specific DCC experiences larger fluctuations. The statistical significant skewness, excess kurtosis and the Jarque – Bera test statistics indicate that the DCCs for all the pairs of markets are not normally distributed.

Table 1

Summary statistics of the daily market logarithmic returns

Criterion	CME-EURO GLOBEX CONT. - SETT. PRICE	USD/BITCOIN	EUR/BITCOIN	NZD/BITCOIN	AUD/ BITCOIN	CAD/ BITCOIN	CHF/BITCOIN	JPY/BITCOIN
Mean	-6.4221e-005	-0.0010108	-0.0018578	-0.00091517	-0.00087346	-0.00094496	-0.00096836	-0.0010214
Minimum	-0.0068607	-0.10917	-0.13549	-0.11073	-0.11254	-0.11255	-0.11434	-0.1131
Maximum	0.005153	0.09037	0.17818	0.099148	0.10065	0.099186	0.094779	0.094567
Standard deviation	0.0018299	0.020898	0.037612	0.021073	0.021021	0.020991	0.020999	0.020963
Skewness	-0.13553*	-0.35431**	0.67904***	-0.29452**	-0.28027**	-0.29043**	-0.37228**	-0.35837**
<i>t</i> -Statistic	1.0686	2.7935	5.3539	2.3222	2.2098	2.2899	2.9353	2.8255
<i>p</i> -Value	0.28527	0.0052135	8.6086e-008	0.020223	0.027118	0.022027	0.0033326	0.0047200
Excess Kyr- tosis	0.40483*	3.6739***	3.7132***	3.9233***	4.1678***	4.0652***	4.1225***	4.1409***
<i>t</i> -Statistic	1.6002	14.522	14.677	15.508	16.474	16.068	16.295	16.368
<i>p</i> -Value	0.10956	8.7966e-048	9.0247e-049	3.0827e-054	5.6314e-061	4.2452e-058	1.0695e-059	3.2443e-060
Jarque-Bera	3.6592***	215.83***	241.00***	242.65***	272.64***	259.97***	270.56***	272.27***
<i>p</i> -Value	0.16048	1.3575e-047	4.6570e-053	2.0430e-053	6.2619e-060	3.5285e-057	1.7769e-059	7.5253e-060
ADF Test	-11.2202***	-10.5247***	-9.83784***	-10.3117***	-10.3536***	-10.4758***	-10.3782***	-10.5182***

Note. * – statistical significance at the 10 % level; ** – statistical significance at the 5 % level; *** – statistical significance at the 1 % level.

Source: Datastream® Database.

Estimates of univariate GARCH(1,1) model

Criterion	CME-EURO_GLOBEX_CONT._SETT_PRICE	USD/BITCOIN	EUR/BITCOIN	NZD/BITCOIN	AUD/BITCOIN	CAD/BITCOIN	CHF/BITCOIN	JPY/BITCOIN
Constant (ω)	1.885387**	0.018679	9.787036***	0.022837	0.015968	0.015335	0.021960	0.023981
t -Statistic	2.288	0.5097	5.215	0.5409	0.4141	0.4090	0.6186	0.6129
p -Value	0.0227	0.6106	0.0000	0.5889	0.6790	0.6828	0.5366	0.5403
ARCH (α)	-0.083052*	0.087080***	0.288417**	0.082228***	0.084434**	0.088373***	0.090383***	0.085605**
t -Statistic	-1.708	3.033	2.703	3.203	2.284	3.303	3.135	2.862
p -Value	0.0885	0.0026	0.0072	0.0015	0.0229	0.0011	0.0019	0.0045
GARCH (β)	0.633162***	0.908741***	-0.043610	0.913403***	0.913877***	0.910357***	0.906721***	0.909705***
t -Statistic	3.422	34.81	-0.7257	39.96	28.30	40.27	37.67	34.52
p -Value	0.0007	0.0000	0.4685	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Note. * – statistical significance at the 10 % level; ** – statistical significance at the 5 % level; *** – statistical significance at the 1 % level.

Source: Datastream® Database.

Estimates of the bivariate DCC-GARCH(1,1) model, degrees of freedom, log-likelihood

Criterion	CME-EURO GLOBEX_CONT. - SETT_PRICE - USD/ BITCOIN	CME-EURO GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - EUR/ BITCOIN	CME-EURO GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - NZD/ BITCOIN	CME-EURO GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - AUD/ BITCOIN	CME-EURO GLOBEX_CONT. - SETT_PRICE - CAD/ BITCOIN	CME-EURO GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - CHF/ BITCOIN	CME-EURO GLOBEX_CONT. - SETT_PRICE - JPY/BITCOIN
Average COR ij	-0.025859	0.003014	0.064134*	0.065718	0.034294	0.056540*	0.027894
t -Statistic	-0.5173	0.06000	1.305	0.8622	0.7022	1.095	0.5174
p -Value	0.6052	0.9522	0.1929	0.3891	0.4830	0.2741	0.6052
alpha (α)	0.0000008	0.0000000	0.0000001	0.091887	0.0000009	0.094385	0.086607
t -Statistic	0.09638	0.00	0.1350	0.1179	0.04310	0.5050	0.2195
p -Value	0.9233	1.0000	0.8927	0.9062	0.9656	0.6138	0.8264
beta (β)	0.829406***	0.237771	0.640912*	0.000000	0.671466**	0.000000	0.000000
t -Statistic	3.008	0.4349	1.679	0.00	2.058	0.00	0.00
p -Value	0.0028	0.6639	0.0941	1.0000	0.0403	1.0000	1.0000
Degrees of freedom (df)	4.233330***	4.874488***	4.382709***	4.235011***	4.308371***	4.262997***	4.353704***
t -Statistic	6.301	5.294	6.229	6.429	6.392	6.318	6.313
p -Value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Log-likelihood	2772.508	2535.800	2765.063	2768.983	2768.140	2770.719	2768.663

Note. * – statistical significance at the 10 % level; ** – statistical significance at the 5 % level; *** – statistical significance at the 1 % level.

Source: Datastream® Database.

Diagnostic tests and information criteria

Criterion	CME-EU- RO_GLOBEX_ CONT._-SETT_ PRICE - USD/ BITCOIN	CME-EURO_ GLOBEX_CONT._- SETT_PRICE - EUR/ BITCOIN	CME-EU- RO_GLOBEX_ CONT._-SETT_ PRICE - NZD/ BITCOIN	CME-EU- RO_GLOBEX_ CONT._-SETT_ PRICE - AUD/ BITCOIN	CME-EU- RO_GLOBEX_ CONT._-SETT_ PRICE - CAD/ BITCOIN	CME-EU- RO_GLOBEX_ CONT._-SETT_ PRICE - CHF/ BITCOIN	CME-EU- RO_GLOBEX_ CONT._-SETT_ PRICE - JPY/ BITCOIN
χ^2	584.62**	103.74**	442.70**	547.57**	631.75**	519.70**	494.16**
<i>p</i> -Value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hosking (50)	187.941	193.790	195.408	197.594	193.698	196.431	196.566
<i>p</i> -Value	0.7197109	0.6103895	0.5784710	0.5348331	0.6121863	0.5580847	0.5553876
Hosking ² (50)	155.988	142.113	156.666	151.207	152.251	151.778	151.622
<i>p</i> -Value	0.9877142	0.9990083	0.9863842	0.9943476	0.9932513	0.9937679	0.9939316
Li-McLeod (50)	189.902	195.818	197.108	199.168	195.358	198.127	198.226
<i>p</i> -Value	0.6844528	0.5703171	0.5445508	0.5033225	0.5794607	0.5241589	0.5221782
Li-McLeod ² (50)	158.881	146.652	159.689	154.424	155.655	155.130	154.903
<i>p</i> -Value	0.9811695	0.9975265	0.9788984	0.9903752	0.9883283	0.9892417	0.9896178
Akaike	0.013550	0.017008	0.013659	0.013601	0.013614	0.013576	0.013606
Schwarz	0.119320	0.122778	0.119429	0.119372	0.119384	0.119346	0.119376

Note. ** – statistical significance at the 5 % level.

Source: Datastream® Database.

Statistical properties of the Multivariate GARCH-DCC's

Criterion	CME-EURO_ GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - USD/ BITCOIN	CME-EURO_ GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - EUR/ BITCOIN	CME-EURO_ GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - NZD/ BITCOIN	CME-EURO_ GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - AUD/ BITCOIN	CME-EURO_ GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - CAD/ BITCOIN	CME-EURO_ GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - CHF/ BITCOIN	CME-EURO_ GLOBEX_ CONT. - SETT. PRICE - JPY/ BITCOIN
Mean	-0.025859	0.0030141	0.064134	0.063136	0.034294	0.053631	0.025399
Minimum	-0.025859	0.0030141	0.064134	0.29711	0.034294	-0.31205	-0.32945
Maximum	-0.025859	0.0030141	0.064134	0.28725	0.034294	0.28576	0.24398
Standard deviation	1.3411e-009	2.8696e-019	7.4978e-018	0.067811	4.9471e-018	0.069185	0.064401
Skewness	-1.4290***	-0.11195	0.00000	-0.83641***	-2.1852***	-0.88398***	-0.89086***
p-Value	1.9060e-029	0.37743	1.0000	4.2601e-011	1.5946e-066	3.1739e-012	2.1557e-012
Excess kurtosis	6.9849***	-0.37769*	0.42593*	6.0377***	2.5339***	6.1992***	6.8062***
p-Value	8.5871e-168	0.13547	0.092267	7.0067e-126	1.3008e-023	1.3583e-132	2.0257e-159
Jarque - Bera	878.10***	2.9719	2.7968	605.15***	393.46***	640.64***	763.11***
p-Value	2.1051e-191	0.22628	0.24699	3.9282e-132	3.6477e-086	7.6923e-140	1.9583e-166

Note. * - statistical significance at the 10 % level; *** - statistical significance at the 1 % level.

Source: Datastream® Database.

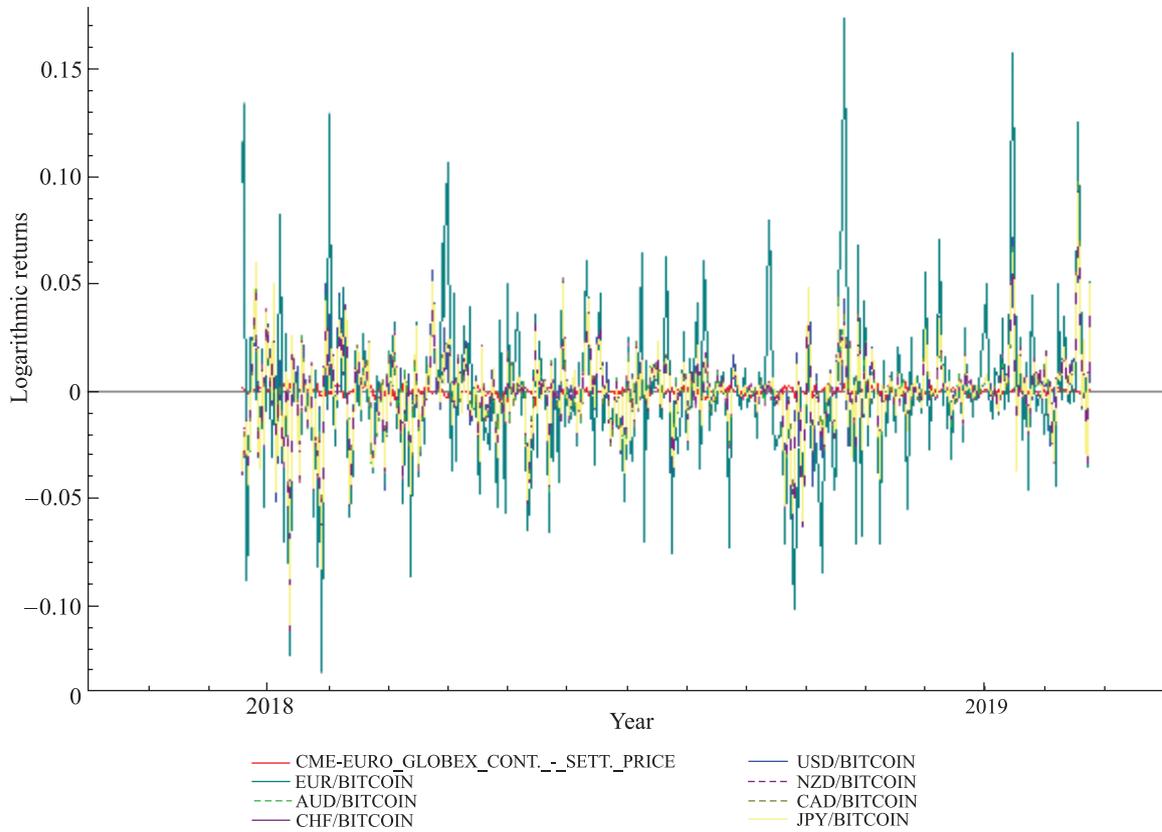


Fig. 1. Actual series of the logarithmic returns of the markets

Source: Datastream® Database

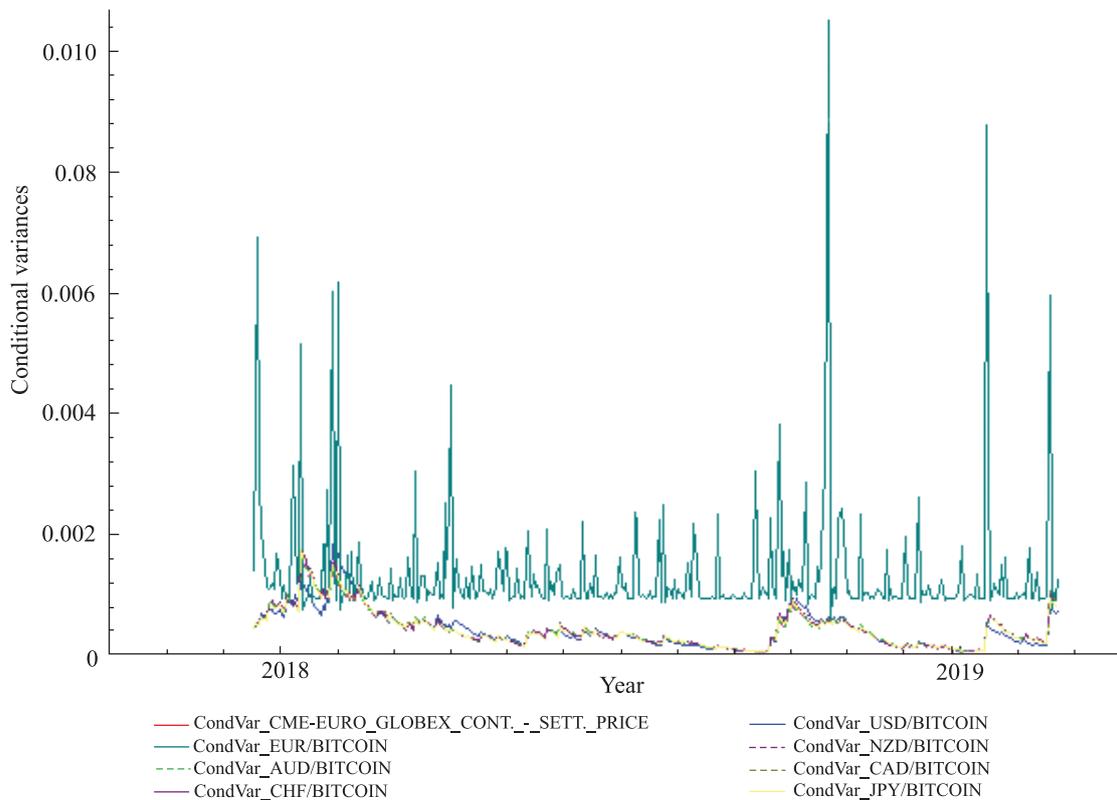


Fig. 2. Conditional variances of the univariate GARCH(1,1) model

Source: Datastream® Database

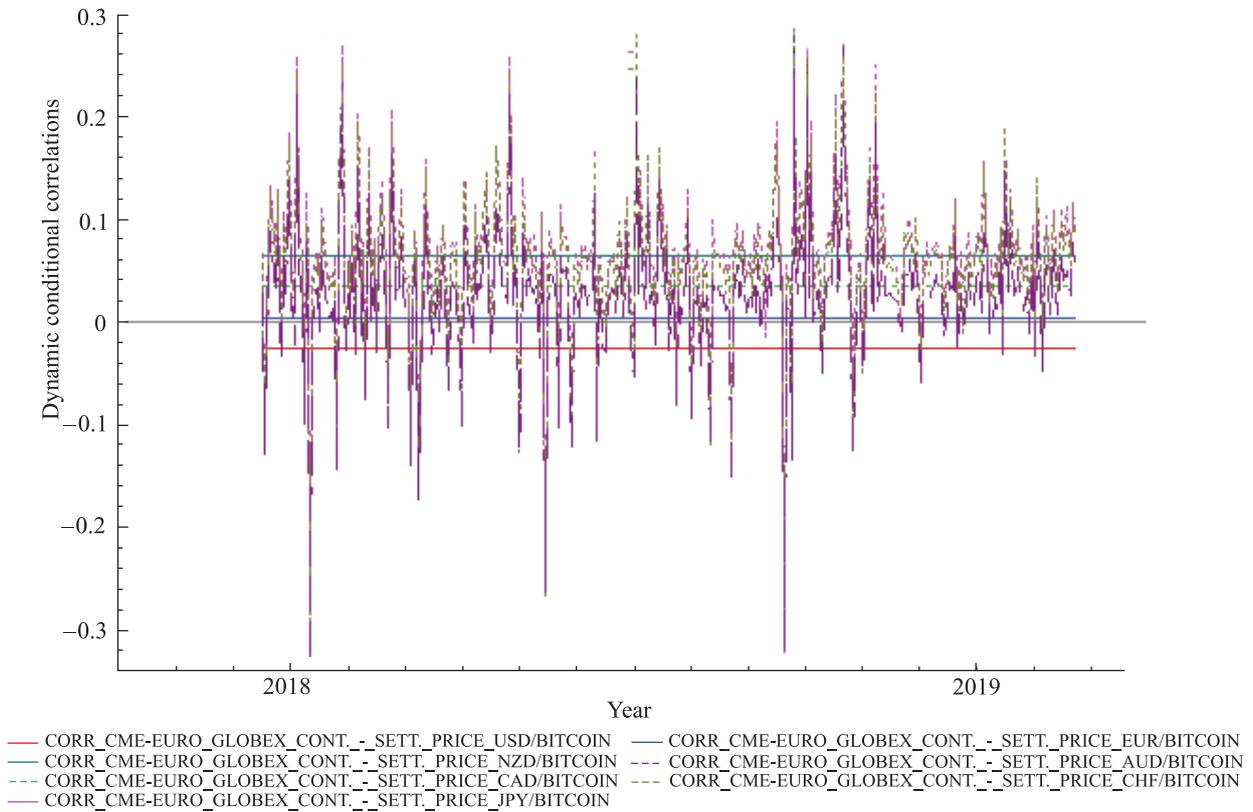


Fig. 3. Conditional covariances of the bivariate DCC-GARCH(1,1) model

Source: Datastream® Database

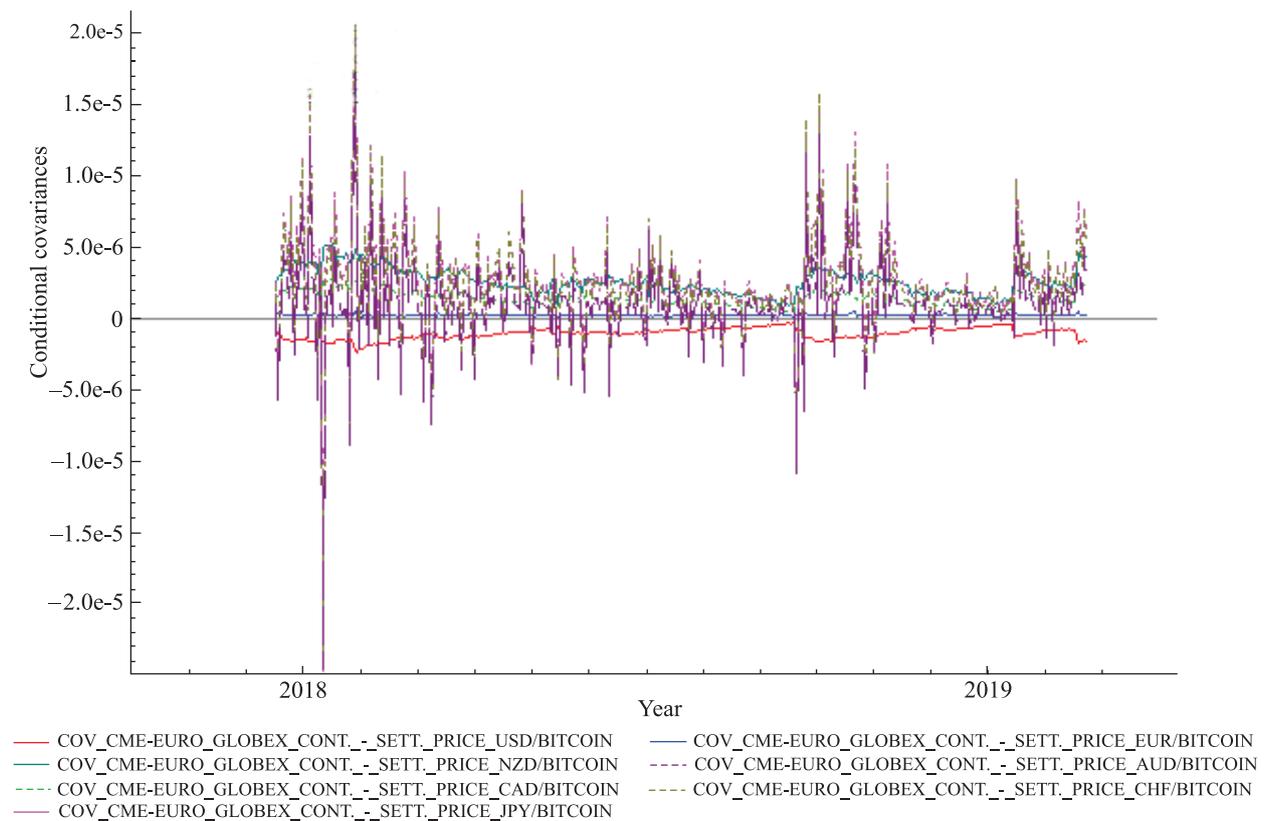


Fig. 4. Dynamic conditional correlations of the bivariate DCC-GARCH(1,1) model

Source: Datastream® Database

Figure 4 shows the pair-wise DCCs. DCCs present positive values in sub-periods, supporting the existence of contagion, implying the specific correlations risky for any investor. Additionally, we can notice the effects of major economic events on the DCC graphs as we see that the lines are bouncing above and beyond and are extreme volatile for some pairs of markets.

Conclusions

This paper investigates the potential volatility spillovers effects and the existence of contagion effects among eurodollar future market and seven Forex bitcoin markets by employing a bivariate DCC-GARCH model. We set the under investigation period from 2017 until 2019. To the best of our knowledge, this is the first empirical study, investigating volatility spillovers between eurodollar future market and five Forex bitcoin markets.

The main empirical results are summarised as follows. Based on the descriptive statistics, EUR/BITCOIN returns presents the largest fluctuations compared to the rest markets. Furthermore, results of bivariate DCC-GARCH models indicate strong evidence of volatility spillover effects. DCCs analysis shows evidence of strong co-movements for some pairs of markets. Additionally, DCCs reveal contagion for some pairs of markets in sub-periods. The empirical results are of interest to policymakers, who provide regulations for the under investigation derivative markets as well as to market-makers.

References

1. Forbes K, Rigobon R. No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. *The Journal of Finance*. 2002;57(5):2223–2261. DOI: 10.1111/0022-1082.00494.
2. Aalborg H, Aarhus PM, de Vries JE. What can explain the price, volatility and trading volume of bitcoin? *Finance Research Letters*. 2019;29:255–265. DOI: 10.1016/j.frl.2018.08.010.
3. Ardia D, Bluteau K, Rüede M. Regime changes in bitcoin garch volatility dynamics. *Finance Research Letters*. 2019;29: 266–271. DOI: 10.2139/ssrn.3180830.
4. Bouoiyour J, Selmi R. Bitcoin: A beginning of a new phase. *Economics Bulletin*. 2016;36(3):1430–1440.
5. Bouri E, Molar P, Azzi G, Rouband D, Hagfors LI. On the hedge and safe haven properties of bitcoin: is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*. 2017;20:192–198. DOI: 10.1016/j.frl.2016.09.025.
6. Charles A, Olivier D. Volatility estimation for bitcoin: replication and robustness. *International Economics*. 2019;157:23–32. DOI: 10.1016/j.inteco.2018.06.004.
7. Dyhrberg AH. Bitcoin, gold and the dollar – a garch volatility analysis. *Finance Research Letters*. 2016;16:85–92. DOI: 10.1016/j.frl.2015.10.008.
8. Katsiampa P. Volatility estimation for bitcoin: a comparison of garch models. *Economics Letters*. 2017;158:3–6. DOI: 10.1016/j.econlet.2017.06.023.
9. Wu Sh, Tong M, Yang A, Derbali A. Does gold or bitcoin hedge economic policy uncertainty? *Finance Research Letters*. 2019;31:171–178. DOI: 10.1016/j.frl.2019.04.001.
10. Bouoiyour J, Selmi R. What does bitcoin look like? *Annals of Economics and Finance*. 2015;16(2):449–492.
11. Corbet S, Lucey B, Peat M, Vigne S. Bitcoin futures – what use are they? *Economics Letters*. 2018;172:23–27. DOI: 10.1016/j.econlet.2018.07.031.
12. Yermack D. Is bitcoin a real currency? An economic appraisal. In: David Lee Kuo Chuen, editor. *Handbook of Digital Currency*. New York: University Stern School of Business; National Bureau of Economic Research, 2015. p. 31–43.
13. Dastgir S, Demir E, Downing G, Gozgor G, Marco Lau ChK. The causal relationship between bitcoin attention and bitcoin returns: Evidence from the copula-based granger causality test. *Finance Research Letters*. 2019;28:160–164. DOI: 10.1016/j.frl.2018.04.019.
14. Kristoufek L. Bitcoin meets google trends and Wikipedia: quantifying the relationship between phenomena of the internet era. *Scientific Reports*. 2013;3(1):1–7. DOI: 10.1038/srep03415.
15. Panagiotidis T, Thanasis S, Orestis V. The effects of markets, uncertainty and search intensity on bitcoin returns. *International Review of Financial Analysis*. 2019;63:220–242. DOI: 10.1016/j.irfa.2018.11.002.
16. Dyhrberg AH. Hedging capabilities of bitcoin. Is it the virtual gold? *Finance Research Letters*. 2016;16:139–144. DOI: 10.1016/j.frl.2015.10.025.
17. Bouri E, Gupta R, Tiwari AK, Roubaud D. Does bitcoin hedge global uncertainty? Evidence from wavelet-based quantile-in-quantile regressions. *Finance Research Letters*. 2017;23:87–95. DOI: 10.1016/j.frl.2017.02.009.
18. Demir E, Gozgor G, Marco Lau CK, Vigne SA. Does economic policy uncertainty predict the bitcoin returns? An empirical investigation. *Finance Research Letters*. 2018;26:145–149. DOI: 10.1016/j.frl.2018.01.005.
19. Ruozhou L, Wan Sh, Zili Zh, Xuejun Zh. Is the introduction of futures responsible for the crash of bitcoin? *Finance Research Letters*. 2020;34:101259. DOI: 10.1016/j.frl.2019.08.007.
20. Kim W, Lee J, Kang K. The effects of the introduction of bitcoin futures on the volatility of bitcoin returns. *Finance Research Letters*. 2020;33:101204. DOI: 10.1016/j.frl.2019.06.002.
21. Sebastião H, Godinho P. Bitcoin futures: an effective tool for hedging cryptocurrencies. *Finance Research Letters*. 2020; 33:101230. DOI: 10.1016/j.frl.2019.07.003.
22. Tsiaras K. Dynamic relationship between future FOREX markets in the post Global Financial Crisis. *Journal of Quantitative Methods*. 2020;4(1):30–52. DOI: 10.29145/2020/jqm/040102.
23. Tsiaras K. Volatility spillover and contagion effects between eurodollar future and zero coupons markets: evidence from Italy. *The European Journal of Applied Economics*. 2020;17(2):67–88. DOI: 10.5937/ejae17-26893.

24. Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*. 1986;31(3):307–327. DOI: 10.1016/0304-4076(86)90063-1.
25. Engle RF. Dynamic conditional correlation—a simple class of multivariate GARCH models. *Journal of Business & Economic Statistics*. 2002;20:339–10.2307/2287656350. DOI: 10.1198/073500102288618487.
26. Hosking JRM. The Multivariate Portmanteau Statistic. *Journal of the American Statistical Association*. 1980;75(371):602–608. DOI: 10.2307/2287656.
27. McLeod AI, Li WK. Diagnostic checking ARMA time series models using squared-residuals autocorrelations. *Journal of Time Series Analysis*. 1983;4(4):269–273. DOI: 10.1111/j.1467-9892.1983.tb00373.x.

Статья поступила в редколлегию 03.09.2020.
Received by editorial board 03.09.2020.

НЕЧЕТКИЕ ДОХОДНОСТИ В ПОРТФЕЛЬНОЙ ТЕОРИИ (МЕТОД ТРЕУГОЛЬНЫХ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ)

И. В. БОЛЬШАКОВА¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Обобщается классическая задача Марковица оптимизации инвестиционного портфеля на случай нечетких коэффициентов доходности, моделируемых нечеткими треугольными числами. Риски, связанные с инвестированием, моделируются с помощью полиматроидных ограничений диверсификации рисков. Предлагается система алгоритмов поиска нечетких оптимальных решений, основанная на пакете *Mathematica*.

Ключевые слова: модель Марковица; нечеткие треугольные числа; нечеткие доходности; полиматроид рисков.

Благодарность. Автор выражает глубокую признательность профессору М. М. Ковалеву за критические замечания и помощь в реализации исследования в области портфельной оптимизации.

FUZZY RETURNS IN PORTFOLIO THEORY (METHOD OF TRIANGULAR FUZZY NUMBERS)

I. V. BOLSHAKOVA^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

The classical Markowitz problem of investment portfolio optimization is generalised to the case of fuzzy return rates modeled by fuzzy triangular numbers. The risks associated with investment are modeled using polymatroid constraints on risk diversification. A system of algorithms for searching for fuzzy optimal solutions based on the *Mathematica* package is proposed.

Keywords: Markowitz model; fuzzy triangular numbers; fuzzy returns; risk polymatroid.

Acknowledgments. The author is deeply grateful to professor M. M. Kovalev, who assists in the scientific research in the field of portfolio optimization problems and expresses the critical comments about the work done.

Введение

Общеизвестно, что финансовые решения приходится принимать в условиях неопределенности. Специально для таких случаев была разработана теория нечетких множеств, основы которой были заложены в 1965 г. – в работе Л. А. Заде [1] (см. также [2–4]). Следует отметить, что еще в 1920-х гг. польский математик Я. Лукашевич исследовал нечеткие системы. Несмотря на популяризацию этой теории в Беларуси и издание переведенных в БГУ с испанского языка монографий [5; 6], у нас к ней все еще практически не прибегают, в то время как в зарубежной практике, в которой при принятии финан-

Образец цитирования:

Большакова ИВ. Нечеткие доходности в портфельной теории (метод треугольных нечетких чисел). *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* 2020;2:50–59.

For citation:

Bolshakova IV. Fuzzy returns in portfolio theory (method of triangular fuzzy numbers). *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2020;2:50–59. Russian.

Автор:

Ирина Викторовна Большакова – старший преподаватель кафедры аналитической экономики и эконометрики экономического факультета.

Author:

Irina V. Bolshakova, senior lecturer at the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics.
ivbolshakova@gmail.com

совых решений широко применяется понятие нечеткости¹. В данной статье теория нечетких множеств используется для задач оптимального управления финансовыми активами (см. [7; 8]).

Краткий обзор результатов

Современные системы оптимального управления финансовыми активами предприятия, банка, государства (золотовалютные резервы центрального банка) разрабатываются в рамках различных модификаций моделей оптимального портфеля Марковица – Тобина – Шарпа. Базовым в современной теории инвестиций считается подход, предложенный в 1952 г. Г. Марковицем для определения оптимального портфеля, учитывающий такие характеристики секторов инвестирования, как доходность и риск неблагоприятного изменения котировок [9]. Заслуженой стала теоретико-вероятностная формализация показателей доходности и риска, что позволило перевести задачу выбора оптимальной инвестиционной стратегии на строгий математический язык. Критериями выбора оптимального портфеля являются:

- 1) минимизация риска при заданном уровне доходности (модель 1);
- 2) максимизация доходности при заданном уровне риска (модель 2);
- 3) поиск эффективных парето-оптимальных решений в задаче с двумя критериями: минимизацией риска и максимизацией доходности (модель 3).

Модель 1 оптимального портфеля позволяет найти доли (x_1, x_2, \dots, x_n) капитала, вложенного/привлеченного в финансовые инструменты из n возможных, минимизирующих вариацию V эффективности портфеля:

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n V_{ij} x_i x_j \rightarrow \min,$$

где V_{ij} – коэффициент ковариаций случайных величин доходности i -го и j -го инструментов, т. е. это риск от одновременного включения в портфель i -го и j -го видов инструментов при условии, что обеспечивается заданное значение M ожидаемой доходности – взвешенной средней величины возможных доходов, где весами являются доли портфеля, инвестированные в каждый из инструментов:

$$\sum_{j=1}^n m_j x_j = M,$$

где m_j – ожидаемая доходность j -го финансового инструмента. Ожидаемая доходность единицы j -го инструмента m_j рассчитывается как математическое ожидание случайной величины. Доли всех финансовых инструментов в сумме должны давать единицу:

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1.$$

С математической точки зрения из-за свойств ковариационной матрицы – неотрицательно определенной и симметричной – задача оптимального портфеля (модель 1) относится к простому классу задач выпуклого квадратичного программирования, допускающих явные решения.

В практических приложениях часто рассматривают в качестве основной модель 3, т. е. двухкритериальную задачу максимизации ожидаемой доходности при минимальном риске

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n V_{ij} x_i x_j \rightarrow \min, \quad \sum_{j=1}^n m_j x_j \rightarrow \max, \quad \sum_{j=1}^n x_j = 1,$$

и исследуют парето-оптимальные решения, т. е. эффективные портфели, которые не допускают улучшения одновременно по одному из критериев (риск или доходность) без ухудшения по другому из них.

В портфельной оптимизации по модели 3 (благодаря выпуклости обоих критериев даже при дополнительных линейных ограничениях) поиск парето-оптимальных решений (эффективных портфелей) сводится к поиску всех оптимальных решений в задаче с параметрическим квадратичным критерием

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n V_{ij} x_i x_j - k \sum_{j=1}^n m_j x_j \rightarrow \min, \quad k \in [0, +\infty).$$

¹Недосекин А. О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.13. СПб. : Санкт-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов, 2003. 280 с.

В этом случае в силу теоремы Гурвича [10, с. 105] работает метод свертки критериев. Находя решения для каждого k , можно получить описание эффективных портфелей через вектор-функцию

$$x(k) = (x_1(k), x_2(k), \dots, x_n(k)).$$

Функции $x_i(k)$ являются непрерывными кусочно-линейными с конечным числом изломов. Эффективные портфели, соответствующие точкам излома, принято называть угловыми, а параметры k , их определяющие, – угловыми точками. Все остальные эффективные портфели устанавливаются через линейную комбинацию угловых портфелей.

Пример. Предположим, что для вложений инвестора имеются на выбор следующие четыре вида финансовых инструментов: облигации казначейства США, ценные бумаги в евро, золото и акции компании *IBM*, ожидаемые эффективности которых, рассчитанные как средние значения исторических рядов доходностей, составляют 4,20, 6,96, 10,44 и 6,48 % в год соответственно, дисперсии равны 4,15, 7,09, 13,72 и 179,17 соответственно, а ковариации доходностей составляют 1,23 для первого и второго активов, 0,15 – для первого и третьего, –9,80 – для первого и четвертого, 3,46 – для второго и третьего, –6,71 – для второго и четвертого, –16,97 – для третьего и четвертого. Ковариация – это статистическая мера взаимодействия двух случайных величин, в качестве которых в нашем примере выступают доходности двух инструментов i и j . Экономический смысл положительного взаимодействия заключается в том, что рост ожидаемой доходности одного инструмента влечет за собой увеличение доходности другого. Отрицательная ковариация показывает, что доходности двух инструментов связаны между собой в противоположных направлениях. Так, рост ожидаемой доходности одного инструмента будет сопровождаться снижением ожидаемой доходности другого.

Найдем оптимальное распределение долей инвестиционных средств в имеющиеся активы при максимальном уровне доходности и минимальном риске, используя ресурсы системы *Mathematica* [11]. Для этого введем исходные данные:

$$\text{In}[1] := v := \begin{pmatrix} 4.15 & 1.23 & 0.15 & -9.80 \\ 1.23 & 7.09 & 3.46 & -6.71 \\ 0.15 & 3.46 & 13.72 & -16.97 \\ -9.80 & -6.71 & -16.97 & 179.17 \end{pmatrix}; m := \{4.2, 6.96, 10.44, 6.48\};$$

$$x := \{x1, x2, x3, x4\}; i := \{1, 1, 1, 1\}$$

и решим параметрическую задачу Марковица:

$$\text{In}[2] := \text{opt}[k_] := \text{Minimize}[x.v.x - k m.x, i.x == 1, x]$$

Одно из парето-оптимальных решений дает рекомендацию вложить 59,27 % в облигации казначейства США, 15,58 % – в бумаги, номинированные в евро, 18,45 % – в золото и 6,70 % – в акции компании *IBM*. Эффективность портфеля при этом составит 5,93 %, а риск – 1,42 %.

Граница парето-оптимальных портфелей при росте его ожидаемой эффективности отображается графически с помощью средств системы *Mathematica* (рис. 1).

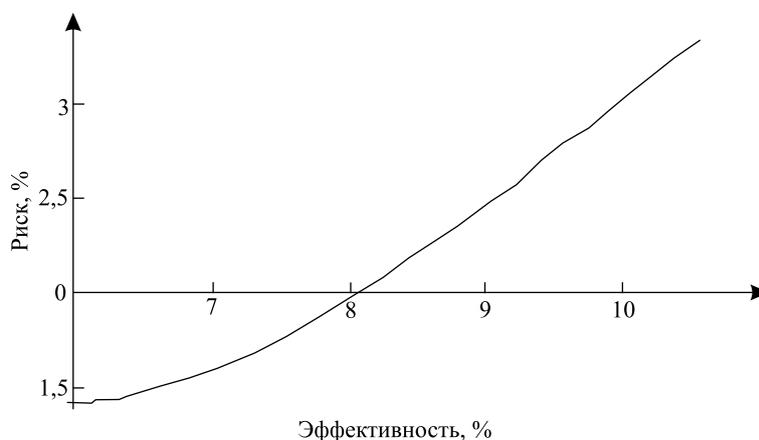


Рис. 1. Граница парето-оптимальных решений
Fig. 1. Pareto optimal solution boundary

Таким образом можно сформировать портфель практически с любой ожидаемой эффективностью, но при этом и риск будет неограниченно расти.

Кусочно-линейные функции, описывающие множество эффективных портфелей, задаются так:

```
In[3]:= Do[g [j_]:=Plot[x[[j]]/.opt[k][[2, j]], {k, 0, 180},
  AxesLabel->{"k", x[[j]]}, PlotStyle->Thickness[0.02/j]], {j, 1, 3};
In[4]:= Show[{g[1], g[2], g[3]}, AxesLabel->{"k", "∑i xi = 1"}]
```

В целях выбора из множества парето-оптимальных решений единственного вводят различные дополнительные критерии. Например, если инвестор – банк, то используется критерии ликвидности, достаточности капитала и др.

С момента выхода работ Г. Марковица, Дж. Тобина, Ш. Шарпа, ставших благодаря портфельной теории лауреатами Нобелевской премии, теория оптимального управления инвестициями оформилась в мощное научное направление, разрабатываемое в десятках монографий, ряде научных журналов и тысячах статей. Несмотря на то что большинство задач портфельной теории – частные случаи оптимизационных задач распределения ресурсов (*allocation problem*), серьезные специалисты в области оптимизации к ним подключились недавно. В Беларуси первый цикл статей «Оптимальный портфель» был опубликован в 1996 г. [12]. В дальнейшем в работе [13] в модель Марковица – Тобина были добавлены дискретные переменные (финансовые активы, как правило, продаются целыми лотами), а квадратичная функция рисков ввиду трудности построения исторических рядов данных была заменена ограничениями диверсификации рисков. Было показано, что данные ограничения задают полиматроид [14]. Таким образом, в портфельной задаче в случае только активных операций однородный полиматроид, заданный одним ограничением,

$$\sum_{j=1}^n x_j = K,$$

где K – суммарный инвестируемый капитал, заменялся полиматроидом диверсификации риска

$$\sum_{i \in I} x_i \leq r(I) \text{ для } I \in F,$$

где I – множество однотипных финансовых инструментов из множества всех инструментов F . В иных ситуациях использовался обобщенный полиматроид диверсификации риска

$$r^-(I) \leq \sum_{i \in I} x_i \leq r^+(I) \text{ для } I \in F,$$

где $r^-(I)$, $r^+(I)$ – минимально возможные объемы финансовых операций на рынках с номерами из множества I – максимально возможные объемы финансовых операций на рынках с номерами их множества I (см. [14]). Для подобных задач было предложено программное обеспечение на базе системы *Mathematica* [15].

Позднее для оптимального управления золотовалютными резервами центральных банков на базе модели 3 была построена двухэтапная модель сначала выделялось множество парето-оптимальных решений, а затем из них находились паретовские оптимумы по двум дополнительным критериям (кредитный риск и риск ликвидности) [16; 17]. Об исключительной важности задачи управления иностранными активами центральных банков свидетельствуют размеры самих золотовалютных резервов: у Центрального банка России – 0,5 трлн долл. США, у Китая – более 4,0 трлн долл. США, у Японии – 1,4 трлн долл. США, у Беларуси – 8,5 млрд долл. США.

Представляет интерес развитие классических методов финансового анализа на нечетких множествах для портфельных задач, что приведет к более адекватным моделям с учетом неопределенности будущего.

Нечеткие данные

Нечеткие данные (информация о финансовых рынках всегда носит нечеткий характер) можно представить с помощью нечетких множеств и чисел. Пусть E – множество, \tilde{A} – подмножество E . Тот факт, что элемент x множества E есть элемент подмножества \tilde{A} , записывают с помощью характеристической функции

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in \tilde{A}, \\ 0, & \text{если } x \notin \tilde{A}. \end{cases}$$

Пусть теперь характеристическая функция принимает значения на отрезке $[0; 1]$. В связи с этим элемент $x \in E$ может не принадлежать \tilde{A} ($\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$), в незначительной степени быть элементом \tilde{A} ($\mu_{\tilde{A}}(x)$ близко к 0), более или менее принадлежать \tilde{A} или в значительной степени быть элементом \tilde{A} ($\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$). Нечетким множеством \tilde{A} множества E называется пара $(\tilde{A}, \mu_{\tilde{A}})$.

Нечеткое число – это нечеткое подмножество $\tilde{A} = [a_1; a_3]$ множества действительных чисел, имеющее функцию принадлежности $\mu_{\tilde{A}}$. Графическое представление нечеткого числа см. на рис. 2.

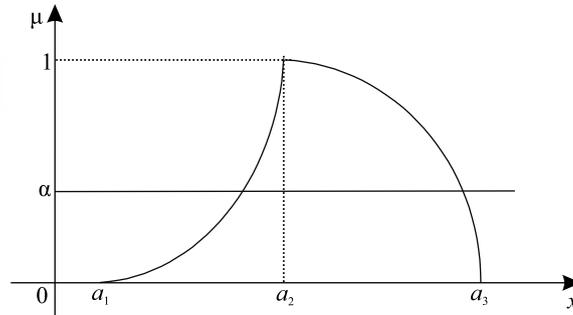


Рис. 2. Графическое представление нечеткого числа

Fig. 2. The graph of a fuzzy number

Простейший способ задания нечеткого числа – представление неточных значений величин с помощью доверительных интервалов. Действительно, есть много ситуаций, для которых с уверенностью можно утверждать, что величина (например, доходность) принадлежит некоторому отрезку $[a_1; a_3]$, где a_1 – пессимистическая оценка будущей доходности, а a_3 – оптимистическая оценка. Так как на доверительные интервалы можно распространить стандартным образом операции сложения, вычитания, умножения, сравнения, максимума и минимума, то, следовательно, можно попытаться обобщить и основные оптимизационные алгоритмы портфельной теории.

Одно из самых распространенных направлений в теории нечетких множеств – моделирование нечетких ситуаций с помощью нечетких треугольных чисел (НТЧ). НТЧ $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ представляет нечеткую величину, о которой эксперты уверенно утверждают, что реально величина не может быть меньше a_1 и больше a_3 , но с наибольшей вероятностью будет равна a_2 . Иными словами, НТЧ есть пессимистическая, наиболее вероятная и оптимистическая оценка нечеткой величины (рис. 3).

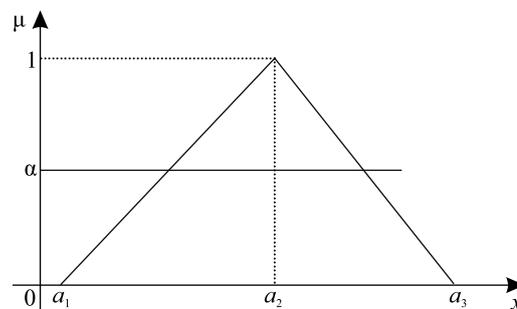


Рис. 3. Графическое представление треугольного нечеткого числа

Fig. 3. The graph of a triangular fuzzy number

Неявно доверительные интервалы (пессимистический и оптимистический прогнозы) и НТЧ (пессимистический, вероятный и оптимистический прогнозы) применяются при составлении прогнозов социально-экономического развития страны.

Основные операции над НТЧ определяются следующим образом:

- 1) $\tilde{A}(+) \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(+)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$;
- 2) $\tilde{A}(-) \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(-)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1)$;
- 3) $\tilde{A}(\times) \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(\times)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3)$;

$$4) \tilde{A}(\div)\tilde{B} = (a_1, a_2, a_3)(\div)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 \div b_3, a_2 \div b_2, a_3 \div b_1);$$

$$5) k(\times)\tilde{A} = k(\times)(a_1, a_2, a_3) = (k \times a_1, k \times a_2, k \times a_3), k \in R^+.$$

Операцию сравнения НТЧ можно ввести по среднему значению $\tilde{A}_{\text{cp}} = \frac{a_1 + 2a_2 + a_3}{4}$:

1) если $\tilde{A}_{\text{cp}} > \tilde{B}_{\text{cp}}$, то полагают, что $\tilde{A} > \tilde{B}$;

2) если $\tilde{A}_{\text{cp}} = \tilde{B}_{\text{cp}}$, $a_2 > b_2$, то полагают, что $\tilde{A} > \tilde{B}$;

3) если $\tilde{A}_{\text{cp}} = \tilde{B}_{\text{cp}}$, $a_2 = b_2$ и $a_3 - a_1 > b_3 - b_1$, то полагают, что $\tilde{A} > \tilde{B}$;

4) если $\tilde{A}_{\text{cp}} = \tilde{B}_{\text{cp}}$, $a_2 = b_2$ и $a_3 - a_1 = b_3 - b_1$, то полагают, что $\tilde{A} = \tilde{B}$.

Простейшая портфельная задача с нечеткими доходностями

Для иллюстрации возможностей теории нечетких чисел рассмотрим простейшую портфельную задачу, в которой доходности – нечеткие числа:

$$\sum_{j=1}^n \tilde{A}_j x_j \rightarrow \max,$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = K,$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, n,$$

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \in P(r),$$

где K – инвестируемый капитал, $P(r)$ – полиматроид диверсификации риска. Даже в такой простой постановке спрогнозировать функции $\mu_{\tilde{A}}(x_j)$ для будущих доходностей каждого финансового инструмента j практически невозможно. Проще воспользоваться НТЧ.

Пусть каждый i из m экспертов спрогнозировал будущую доходность j -го финансового инструмента в форме НТЧ $\tilde{A}_i^j = (a_1^{ij}, a_2^{ij}, a_3^{ij})$, где a_1^{ij} , a_2^{ij} , a_3^{ij} – минимально возможная, наиболее вероятная и максимально возможная будущая доходность j -го инструмента соответственно. Тогда, в соответствии с нашим методом *Fuzzy-delphi*, находим обобщенное мнение экспертов в виде НТЧ:

$$\tilde{A}^j = (a_1^j, a_2^j, a_3^j) = \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m a_1^{ij}, \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m a_2^{ij}, \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m a_3^{ij} \right).$$

Заметим, что, согласно методу *Fuzzy-delphi*, процесс может повторяться несколько раз с целью добиться у экспертов меньших колебаний мнений.

В результате получаем задачу оптимизации портфеля с НТЧ представления доходностей:

$$\sum_{j=1}^n (a_1^j, a_2^j, a_3^j) x_j \rightarrow \max,$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = K,$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, n,$$

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \in P(r),$$

где K – инвестируемый капитал, $P(r)$ – полиматроид с субмодулярной функцией диверсификации капитала.

Известно, что в детерминированном случае с четкими доходностями сформулированная задача оптимального портфеля решается градиентным (*greedy*) алгоритмом покоординатного подъема, который в порядке убывания доходностей выбирает максимально возможные значения инструментов [14]. Если использовать операцию сравнения НТЧ, то алгоритм можно распространить и на задачу с нечеткими доходностями. Для этого разработан алгоритм *Fuzzy-greedy*, который заключается в следующем: выбирается инструмент j_1 с наибольшей доходностью \tilde{A}^{j_1} и максимально возможный капитал инвестируется в данный инструмент:

$$x_{\text{opt}}^{j_1} = \max \{x^{j_1} : x \in P(r)\}.$$

Затем выбирается следующий по доходности инструмент j_2 , и полагаем, что

$$x_{\text{opt}}^{j_2} = \max \{x^{j_2} : x^{j_1} = x_{\text{opt}}^{j_1}, x \in P(r)\} \text{ и т. д.}$$

Сравнение НТЧ для поиска оптимизирующей перестановки инструментов (j_1, j_2, \dots, j_n) можно производить и другими способами, например вычисляя расстояние от каждого нечеткого числа \tilde{A}^j до их верхней границы:

$$\tilde{A}^* = \tilde{A}^1 \vee \tilde{A}^2 \vee \dots \vee \tilde{A}^n.$$

Расстояние между нечеткими числами $d(\tilde{A}^i, \tilde{A}^j)$ рассчитывается обычно в метрике Хэмминга. Тогда оптимизирующая перестановка соответствует упорядочению:

$$d(\tilde{A}^{j_1}, \tilde{A}^*) \leq d(\tilde{A}^{j_2}, \tilde{A}^*) \leq \dots \leq d(\tilde{A}^{j_n}, \tilde{A}^*).$$

Пример. Рассмотрим данный подход на примере оптимизации структуры портфеля инвестора. Предположим, что у инвестора имеются на выбор четыре финансовых инструмента, ожидаемые доходности которых по экспертным оценкам исторических данных показаны в форме НТЧ в табл. 1.

Таблица 1

Ожидаемые доходности финансовых инструментов, представленные НТЧ

Table 1

Expected returns on financial instruments, represented by fuzzy triangular numbers

Вид актива	Ожидаемая доходность, % в год				Средняя доходность, % в год
	НТЧ \tilde{A}^j	$\min a_1^j$	вероятная a_2^j	$\max a_3^j$	$\tilde{A}_{\text{cp}} = \frac{a_1 + 2a_2 + a_3}{4}$
Акции, номинированные в евро (x_1)	\tilde{A}^1	4,97	6,72	7,59	6,50
Билеты казначейства США (x_2)	\tilde{A}^2	5,36	6,72	7,20	6,50
Золото (x_3)	\tilde{A}^3	9,86	10,10	11,70	10,44
Акции компании Xerox (x_4)	\tilde{A}^4	3,20	4,10	5,40	4,20

В целях диверсификации риска вложений общего капитала в 100 млн евро введены двусторонние ограничения по масштабам операций по каждому инструменту:

$$15 \leq x_1 \leq 30, 30 \leq x_2 \leq 65, 10 \leq x_3 \leq 25, 0 \leq x_4 \leq 10,$$

а также по масштабам операций на отдельных рынках:

$$x_1 + x_2 \leq 70, x_3 + x_4 \geq 15.$$

Данные ограничения задают обобщенный полиматроид диверсификации риска $P(r^-, r^+)$.

Программа решения задачи с НТЧ разработана на базе системы *Mathematica*. Поскольку НТЧ доходности инвестируемых инструментов сравнимы следующим образом:

$$\tilde{A}^3 > \tilde{A}^1 > \tilde{A}^2 > \tilde{A}^4$$

и аналогичному условию удовлетворяют оптимистические прогнозы экспертов:

$$a_3^3 > a_3^1 > a_3^2 > a_3^4,$$

то оптимальные решения, ориентированные на максимально возможную и среднюю доходности совпадут:

```
In[1]:= x := { x1, x2, x3, x4 }; i := { 1, 1, 1, 1 }; mmax := { 0.0759, 0.072, 0.117, 0.054 };
In[2]:= Maximize[ mmax.x, { i.x == 100, 15 <= x1 <= 30, 30 <= x2 <= 65, 10 <= x3 <= 25, 0 <= x4 <= 10, x1 + x2 <= 70, x3 + x4 >= 15 }, x ]
Out[2]= { 8.352, { x1 -> 30., x2 -> 40., x3 -> 25., x4 -> 5. } }
```

Таким образом, оптимальное распределение инвестиционных средств по методу *Fuzzy-greedy* в бумага, номинированные в валюте евро, составит 30 %, в билеты казначейства США – 40 %, в золото – 25 % и в акции компании *Xerox* – 5 %.

Вычислим пессимистическую и наиболее вероятную ожидаемые доходности портфеля:

```
In[4] := m_min := { 0.0497, 0.0536, 0.0986, 0.032 }; m_prob := { 0.0672, 0.0672, 0.101, 0.041 };
In[5] := m_min .x /. %[[2]]
Out[5] = 6.26
In[6] := m_prob .x /. %[[2]]
Out[6] = 7.434
```

Следовательно, доходность портфеля по пессимистическим прогнозам оценивается в 6,26 % в год, по наиболее вероятным оценкам – в 7,434 % в год, а по оптимистическим – в 8,352 % в год.

Замена в модели Марковица нечетких коэффициентов доходности дискретной случайной величиной

Портфельная теория Марковица использует основные статистические показатели, рассчитанные на основе исторических рядов доходностей: арифметическое среднее, дисперсию, среднеквадратическое отклонение, корреляцию и ковариацию. Однако стоимость финансового актива в будущем – величина неизвестная, которая может колебаться в некоторых пределах и зависеть от субъективных ожиданий участников рынка. В связи с этим в моделях оптимизации портфеля вернее использовать правила теории неопределенности. Так, числовое значение доходности в каждом финансовом секторе можно заменить НТЧ, что отразит более реальный характер поставленной задачи.

Пусть имеются финансовые инструменты с ожидаемыми доходностями, представленными НТЧ $\tilde{A}^j = (a_1^j, a_2^j, a_3^j)$, экспертные мнения о пессимистической a_1^j , наиболее вероятной a_2^j и оптимистической a_3^j доходностях обобщены (например, методом *Fuzzy-delphi*) и представлены как дискретные случайные величины (ДСВ) в табл. 2.

Таблица 2

Представление НТЧ как ДСВ

Table 2

Representation of fuzzy triangular numbers as discrete random variables

НТЧ (ДСВ)	a_1^j	a_2^j	a_3^j
Вероятность (p_k)	0,05	0,9	0,05

Тогда ожидаемая эффективность портфеля, мера риска (стандартное отклонение) и ковариации будут вычисляться исходя из этих троек. Способ нахождения эффективного множества инвестиций сводится к получению ожидаемой доходности, как обычного четкого числа и матрицы ковариаций, при этом НТЧ интерпретируется как ДСВ.

Подчеркнем, что данный подход необходим в случаях, когда отсутствуют исторические данные либо инвестор больше полагается на мнения экспертов.

Выводы

Используя операции над нечеткими числами, можно обобщать основные оптимизационные алгоритмы портфельной теории Марковица. На их основе созданы программы на базе системы *Mathematica* для решения следующих оптимизационных задач с нечеткими величинами доходности:

- 1) двухкритериальной задачи оптимальной структуры портфеля;
- 2) однокритериальной задачи с ограничениями в форме полиматроида диверсификации рисков.

Практическое применение этих алгоритмов, основанных на теории нечетких множеств, позволяет развивать классические методы финансового анализа [18] и получать более адекватные модели с учетом неопределенности будущего.

Библиографические ссылки

1. Zadeh LA. Fuzzy sets. *Information and control*. 1965;8(3):338–353. DOI: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
2. Заде ЛА. *Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений*. Ринго НИ, переводчик; Колмогоров АН, Новиков СП, редакторы. Москва: Мир; 1976. 168 с.
3. Кофман А. *Введение в теорию нечетких множеств*. Москва: Радио и связь; 1982. 432 с.
4. Силлов ВВ. *Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке: в макроэкономике, политике, социологии, менеджменте, экологии, медицине*. Москва: ИНПРО-РЕС; 1995. 228 с.
5. Кофман А, Алуха ХХ. *Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями*. Краснопрошин ВВ, Лепешинский НА, переводчики. Минск: Вышэйшая школа; 1992. 224 с.
6. Лафунте ХАМ. *Финансовый анализ в условиях неопределенности*. Велеско ЕИ, Краснопрошин ВВ, Лепешинский НА, переводчики. Минск: Тэхналогія; 1998. 150 с. (Новые математические модели и методы в управлении).
7. Аванесов ЭТ, Ковалев ММ, Руденко ВГ. *Инвестиционный анализ*. Минск: БГУ; 2002. 247 с.
8. Шведов АС. *Теория эффективных портфелей ценных бумаг*. Москва: Высшая школа экономики; 1999. 144 с.
9. Markovitz H. Portfolio selection. *Journal of Finance*. 1952;7(1):77–91. DOI: 10.2307/2975974.
10. Подиновский ВВ, Ногин ВД. *Парето-оптимальные решения многокритериальных задач*. Москва: Наука; 1982. 256 с.
11. Большакова ИВ, Мастяница ВС, составители. *Экономико-математические расчеты в системе Mathematica*. Ковалев ММ, редактор. Минск: БГУ; 2005. 128 с.
12. Ковалев М. Оптимальный портфель. *Банковский бюллетень*. 1996; 14, 15, 18:76–80, 93–97, 63–71.
13. Ковалев М, Абражевич И. Оптимальное управление портфелем банка. *Банковский вестник*. 1990;8:44–48.
14. Ковалев ММ. *Матроиды в дискретной оптимизации*. Минск: Университетское; 1987. 222 с.
15. Большакова И. Система «Mathematica» для оптимального управления активами и пассивами банка. *Вестник ассоциации белорусских банков*. 2004;13:47–49.
16. Толочко ЮМ. Модель выбора оптимальной валютной структуры. *Банковский вестник*. 2004;19:21–27.
17. Большакова ИВ, Осмоловский АД, Толочко ЮМ. Исследование и практическое применение в банках портфельных моделей. В: *Актуальные проблемы экономической науки и хозяйственной практики. Материалы Международной научной конференции; 15–17 апреля 2004 г.; Санкт-Петербург, Россия. Секции 5–12*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет; 2004. с. 28–29.
18. Большакова ИВ. Портфельная оптимизация: обзор. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика*. 2017;2:4–15.

References

1. Zadeh LA. Fuzzy sets. *Information and control*. 1965;8(3):338–353. DOI: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
2. Zadeh LA. *The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning*. Berkeley: University of California; 1973. 171 p.
Russian edition: Zadeh LA. *Ponyatie lingvisticheskoi peremennoi i ee primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh reshenii*. Ringo NI, translator; Kolmogorov AN, Novikov SP, editors. Moscow: Mir; 1976. 168 p.
3. Kaufmann A. *Introduction a la théorie des sous-ensembles flous*. Paris: MASSON; 1977.
Russian edition: Kaufmann A. *Vvedeniye v teoriyu nechetkikh mnozhestv*. Moscow: Radio i svyaz'; 1982. 432 p.
4. Silov VB. *Prinyatie strategicheskikh reshenii v nechetkoi obstanovke: v makroekonomike, politike, sotsiologii, menedzhmente, ekologii, meditsine* [Making strategic decisions in a fuzzy environment: in macroeconomics, politics, sociology, management, ecology, medicine]. Moscow: INPRO-RES; 1995. 228 p. Russian.
5. Kaufmann A, Aluja GL. *Introduccion de la teoria de los subconjuntos borrosos a la gestion de las empresas*. Santiago de Compostela: Editorial Milladoiro; 1986. 249 p.
Russian edition: Kaufmann A, Aluja GL. *Vvedeniye teorii nechetkikh mnozhestv v upravlenii predpriyatiyami* [Introduction of the theory of fuzzy sets in enterprise management]. Krasnoproshin VV, Lepeshinskii NA, translators. Minsk: Vyshsheyshaya shkola; 1992. 224 p.
6. Lafuente GAM. *Nuevas estrategias para el analisis financiero en la empresa*. Barcelona: Ariel; 2001. 480 p.
Russian edition: Lafuente GAM. *Finansovyy analiz v usloviyakh neopredelennosti* [Financial analysis under conditions of uncertainty]. Velesko EI, Krasnoproshin VV, Lepeshinsky NA, translators. Minsk: Tjehnologija; 1998. 150 p. (Novye matematicheskie modeli i metody v upravlenii).
7. Avanesov ET, Kovalev MM, Rudenko VG. *Investitsionnyi analiz* [Investment analysis]. Minsk: Belarusian State University; 2002. 247 p. Russian.
8. Shvedov AS. *Teoriya effektivnykh portfelei tsennykh bumag* [The theory of efficient portfolios of securities]. Moscow: Higher School of Economics; 1999. 144 p. Russian.
9. Markovitz H. Portfolio selection. *Journal of Finance*. 1952;7(1):77–91. DOI: 10.2307/2975974.
10. Podinovskiy VV, Nogin VD. *Pareto-optimal'nye resheniya mnogokriterial'nykh zadach* [Pareto-optimal solutions to multicriteria problems]. Moscow: Nauka; 1982. 256 p. Russian.
11. Bolshakova IV, Mastyanitsa VS. *Ekonomiko-matematicheskie raschety v sisteme Mathematic* [Economic and mathematical calculations in the system Mathematica]. Kovalev MM, editor. Minsk: Belarusian State University; 2005. 128 p. Russian.
12. Kovalev M. [Optimal portfolio]. *Bankovskii byulleten'*. 1996; 14, 15, 18:76–80, 93–97, 63–71. Russian.
13. Kovalev M, Abrazhevich I. [Optimal management of the bank's portfolio]. *Bankovskii vestnik*. 1990;6:44–48. Russian.
14. Kovalev MM. *Matroidy v diskretnoi optimizatsii* [Matroids in discrete optimization; monograph]. Minsk: Universitetskoe; 1987. 222 p. Russian.
15. Bolshakova I. System «Mathematica» for optimal management of bank assets and liabilities. *Vestnik assotsiatsii belorusskikh bankov*. 2004;13:47–49. Russian.

16. Tolochko YuM. [Model for choosing the optimal currency structure]. *Bankovskii vestnik*. 2004;19:21–27. Russian.
17. Bolshakova IV, Osmolovsky AD, Tolochko YuM. [Research and practical application of portfolio models in banks]. In: *Aktual'nye problemy ekonomicheskoi nauki i khozyaistvennoi praktiki. Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii; 15–17 aprelya 2004 g.; Sankt-Peterburg, Rossiya. Sektsii 5–12* [Actual problems of economic science and economic practice. Materials of the International scientific conference; 2004 April 15–17; Saint Petersburg, Russia. Sections 5–12]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University; 2004. p. 28–29. Russian.
18. Bolshakova IV. Portfolio optimization: a survey. *Journal of the Belarusian State University. Economics*. 2017;2:4–15. Russian.

Статья поступила в редколлегию 22.07.2020.
Received by editorial board 22.07.2020.

КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ?

М. М. КОВАЛЕВ¹⁾, А. А. АВДОНИН¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Представлен краткий анализ состояния государственного сектора белорусской экономики. Выделены основные проблемы и направления создания эффективной системы управления государственными активами. Результаты исследования могут быть полезны разработчикам закона о государственных организациях и хозяйственных субъектах с участием государства.

Ключевые слова: государственная организация; эффективность госсектора; мониторинг показателей эффективности.

HOW TO INCREASE EFFICIENCY OF GOVERNANCE MANAGEMENT?

M. M. KOVALEV^a, A. A. AVDONIN^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: M. M. Kovalev (kovalev@bsu.by)

A brief analysis of the state of the public sector of the Belarusian economy is presented. The main problems and directions of creating an open system for managing state assets are highlighted which may be useful to the developers of the law about state organizations and economic entities with the participation of the state.

Keywords: state-owned enterprises; state sector efficiency; monitoring of performance indicators.

Введение

Государственный сектор экономики в большей или меньшей степени присутствует в каждой стране. Так, в США к нему принадлежат почта, железные дороги, Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA). Во Франции около 1000 государственных организаций, в том числе такие крупные, как *Électricité de France*, *Gaz de France*, суммарно в госсекторе занято более 1 млн человек. Их доля в разных странах существенно варьируется: примерно от 4 % в Китае до 70 % в Индии. В некоторых странах (Индия, Китай, Германия, Россия) государственные

Образец цитирования:

Ковалев ММ, Авдонин АА. Как повысить эффективность управления государственными организациями? *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* 2020;2:60–71.

For citation:

Kovalev MM, Avdonin AA. How to increase efficiency of governance management? *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2020;2:60–71. Russian.

Авторы:

Михаил Михайлович Ковалев – доктор физико-математических наук, профессор; профессор кафедры аналитической экономики и эконометрики экономического факультета.

Алексей Алексеевич Авдонин – соискатель кафедры аналитической экономики и эконометрики экономического факультета.

Authors:

Mikhail M. Kovalev, doctor of science (physics and mathematics), full professor; professor at the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics.

Alexei A. Avdonin, competitor at the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics.
a.avdonin@belbizneslizing.by

организации исчисляются тысячами. Многие из них получили статус международных и входят в число 2000 крупнейших компаний мира, причем за последние 20 лет их доля в этом списке увеличилась вдвое: теперь это каждая пятая организация со стоимостью активов в 45 трлн долл. США [1].

Сторонники госсектора экономики указывают, что он позволяет создавать естественные монополии (электро-, газо-, водоснабжение и т. д.), обеспечивать национальную безопасность (оборонный сектор), общественные услуги (почта, образование, наука и т. д.), преодолевать отрицательные внешние эффекты (экологические и др.), способствует достижению социальной справедливости, что проявляется в перераспределении национального богатства (теории Т. Мора, Т. Кампанеллы, Ж. Ж. Руссо, Н. Прудона, К. Маркса, О. Ланге, М. Алле, Дж. Стиглица, В. Танзи, Т. Пикетти).

Противники госсектора в экономике с помощью эмпирических данных пытаются доказать более высокую эффективность частных организаций, их нацеленность на инновации (см. [2]).

Оставляя в стороне дискуссии ученых об оптимальных размерах госсектора, в данной статье проанализируем состояние белорусского госсектора экономики, выделим наметившиеся в нем тренды, а также сформулируем некоторые предложения по повышению эффективности управления госсектором экономики в целом и корпоративного управления государственными организациями в частности.

Исследование проведено с опорой на немногочисленные работы, посвященные мировым трендам в управлении госсектором экономики и анализу ситуации в белорусском госсекторе [1–6]. Рисунки и таблицы, приведенные в статье, основаны на расчетах авторов по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Роль госсектора в белорусской экономике

В Беларуси сложилась практика относить к госсектору экономики организации с долей собственности государства не менее 50 % (их называют государственными организациями). Компании с меньшей долей собственности государства определяют как частные организации с участием государства. Наряду с госсектором экономики для сравнения будем использовать данные по иностранным организациям, которых в Беларуси насчитывается 3618, а также 2968 организаций с иностранным участием.

Роль госсектора в белорусской экономике отражена на рис. 1. При достаточно большом числе (1307) частных организаций с участием государства они имеют небольшую долю в экономике: в них занято 4,1 % работников, выручка от реализации составляет 9,4 %, инвестиции – 5,6 %. Доля экспорта товаров и услуг у государственных организаций составляет 31,9 %, у частных организаций с участием государства – 28,0 %, остальное экспортируют частные посредники, в том числе иностранные организации (экспорт – 22,0 %, импорт – 42,5 %).

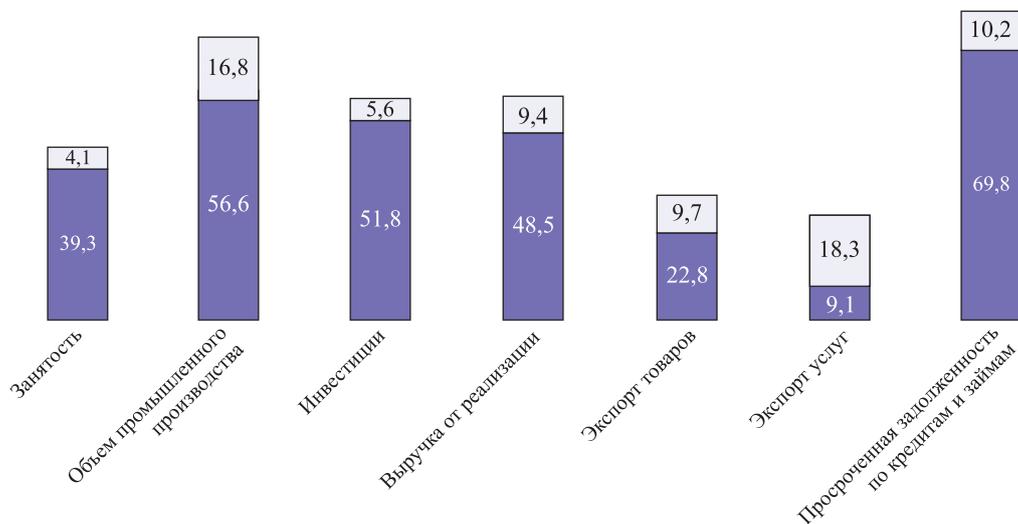


Рис. 1. Доля госсектора и его частей в экономике Беларуси в 2019 г., %

Fig. 1. Share of the public sector and its parts in the Belarusian economy in 2019, %

В стране насчитывается 2968 государственных организаций, и они предоставляют работу 1,154 млн человек, еще 122,8 тыс. работников заняты в частных организациях с участием государства. Таким образом, в государственных организациях работают 39,3 % занятых в реальном секторе. Их число сокращается: только за 2019 г. оно уменьшилось на 32 %, а за первые 6 месяцев 2020 г. – еще на 3,4 %. Доля работников государственных организаций снижается как за счет роста производительности, так

и в результате более быстрого развития частного сектора, «другого рельса экономики» (из китайской терминологии).

Значительная занятость сегодня наблюдается в малом и среднем бизнесе: в 2019 г. вклад в ВВП представляющих его 110 770 организаций составил 26,1 %, занятость – 1,193 млн человек, в том числе у индивидуальных предпринимателей работало 257 тыс. человек, т. е. суммарно более трети всех занятых (35 %). Правда, следует иметь в виду, что в малом и среднем бизнесе подавляющее число организаций (около 70 %) также принадлежат государству.

Структура занятости, представленная на рис. 2, показывает, что растет также доля занятости работников в иностранных и частных организациях.

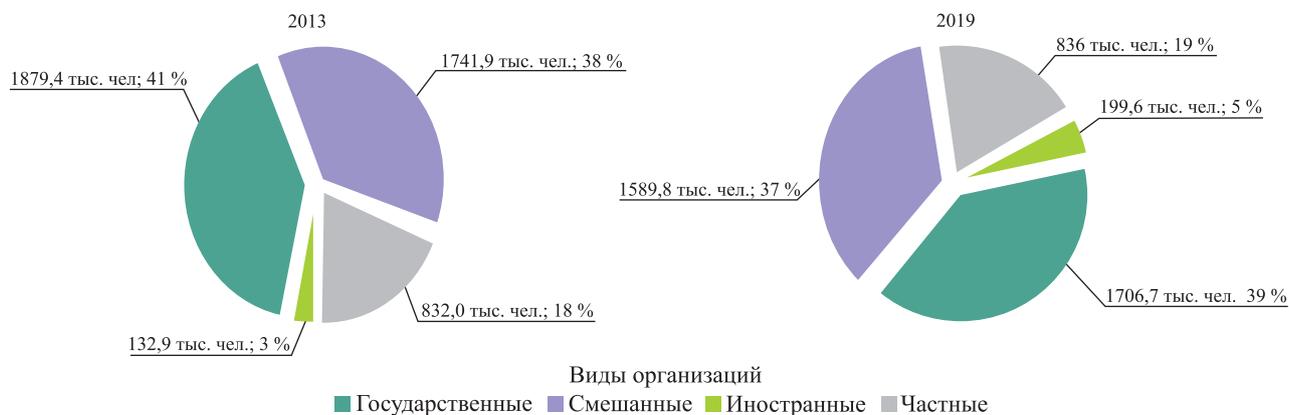


Рис. 2. Структура занятости населения Республики Беларусь в организациях разных форм собственности организаций в 2013 и 2014 гг.

Fig. 2. The structure of employment of the Republic of Belarus by ownership in 2013 and 2019

По оценке Евразийского фонда стабилизации и развития, в 2016 г. в госсекторе экономики Беларуси существовала избыточная занятость (около 20 %). Однако Всемирный банк, на методологию которого ссылается данный фонд, в 2010 г. оценивал избыточную занятость в 10 % (25 % в промышленности и строительстве)¹, поэтому миф о чрезмерно высоких показателях избыточной занятости в госсекторе отчасти не соответствует действительности.

Анализ данных по открытым акционерным обществам показывает, что крупнейшие государственные организации с данной формой собственности сокращают занятость в среднем на 4,6 % в год, остальные – примерно на 0,6 % в год².

Среди государственных организаций наибольшее количество рабочих мест предоставляет промышленность (507 977), сельское хозяйство, в том числе лесное и рыбное (208 650), транспортно-логистическая и почтовая деятельность (159 941), строительство (88 920). Только за 2019 г. число занятых в государственных организациях сократилось: в промышленности – на 15,5 тыс. человек, в сельском хозяйстве – на 13,8 тыс., в строительстве – на 9 тыс. человек.

Тренд 1. Значимость в экономике госсектора снижается: число государственных организаций с 2016 по 2019 г. сократилось на 484 единицы (13 %), скорость данного сокращения составляет 4,2 % в год, удельный вес занятых в государственных организациях с 2013 по 2019 г. сократился с 41,0 до 39,4 %, остальные 60,6 % работников заняты в секторах со смешанной или иностранной собственностью (см. рис. 2).

Корпоративное управление в госсекторе

В мире сложилась практика централизации в одном органе функций государства как собственника. В Беларуси функционирует дуальная модель: Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь является уполномоченным владельцем акций государства, но права собственности реализует только в ограниченном числе государственных организаций, а в большинстве случаев эти права принадлежат отраслевым ведомствам – министерствам или концернам. Таким образом, в Беларуси функции регулятора и собственника, т. е. регулятивные и владельческие функции государства, не разделены.

¹Всемирный банк. Страновой экономический меморандум для Республики Беларусь: экономическая трансформация для роста. Вашингтон : Всемир. банк, 2012. 136 с.

²Министерство финансов Республики Беларусь. Отчет 2019 [Электронный ресурс]. URL: http://minfin.gov.by/ru/securities_department/results/results_oao (дата обращения: 15.04.2020).

ны. Это приводит к формированию состава наблюдательных советов, зависимых как от руководителей отраслевого органа, так и от директората государственной организации, что не позволяет им эффективно осуществлять корпоративное управление и, главное, заботиться о прибыльности и дивидендах для государства, а также о приумножении государственных активов (повышении рыночной стоимости госпредприятий).

Последнее постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19 марта 2020 г. № 169 «О назначении представителей государства в органах управления открытых акционерных обществ», касающееся важнейших 70 государственных организаций, несколько улучшило эту практику, но не установило четкого порядка включения остальных членов наблюдательного совета (подробнее об организации и оценке качества корпоративного управления см. в [2]).

Тренд 2. Улучшение корпоративного управления в государственных организациях происходит медленно, и эффективность владельческого надзора, за исключением государственных банков, находится на низком уровне, не налажена оценка его качества, что не способствует прозрачности и эффективности стратегического управления и управления финансовыми потоками государственных организаций.

Анализ эффективности госсектора экономики

Деятельность организаций госсектора, как и всю белорусскую экономику, в последние годы характеризует невысокая эффективность. Рентабельность реализованной продукции организаций с участием государства в 2019 г. составляла 8,4 %, в том числе государственных организаций – 9,4 %, при средней рентабельности по экономике около 8,7 %. Анализ этих показателей за 2019 г. позволяет утверждать, что государственные организации имеют примерно ту же рентабельность (6,8 %), что и средняя по экономике (6,9 %), но уступают по этому показателю иностранным организациям (7,8 %) (рис. 3).

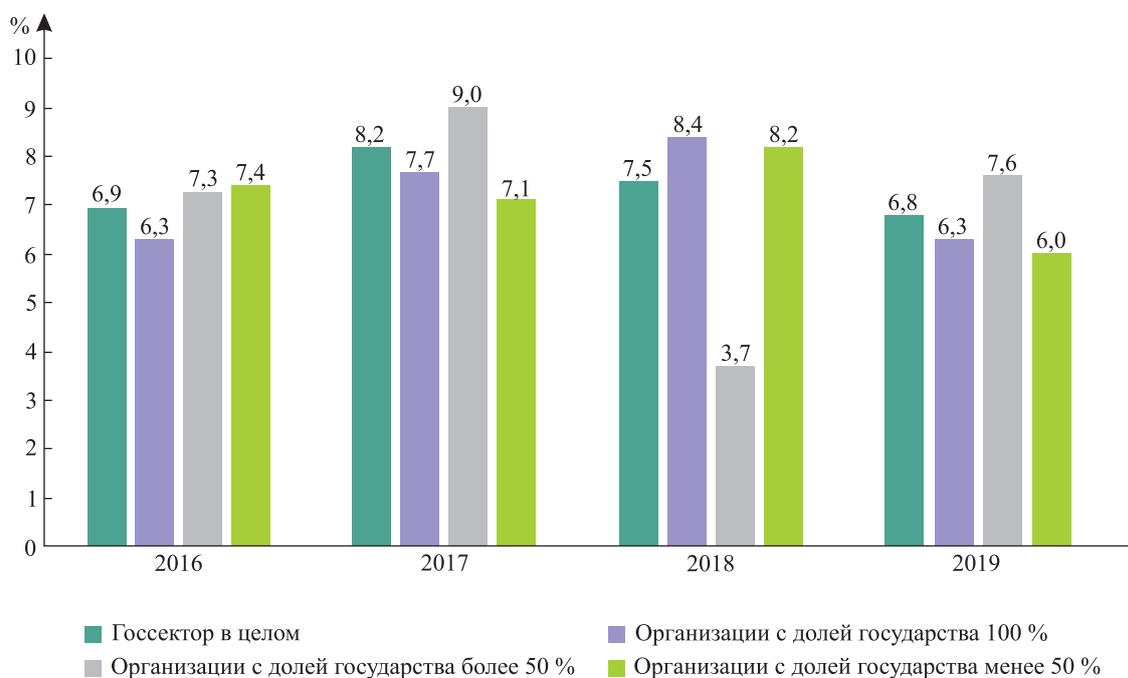


Рис. 3. Динамика изменений экономической эффективности организаций в зависимости от доли государства (рентабельность продаж) в 2016–2019 гг.

Fig. 3. Dynamics of changes in economic efficiency depending on the share of the state (return on sales) in 2016–2019

Доля убыточных государственных организаций в 2019 г. составила 14,7 % (рис. 4), что существенно ниже доли убыточных иностранных организаций (34,2 %). Доля частных убыточных организаций с участием государства выше, чем доля убыточных компаний по стране в целом, а рентабельность продаж у них составляет 6,0 %, что ниже средней по стране (6,9 % в 2019 г.).

В Республике Беларусь доля убыточных организаций (независимо от формы собственности) велика: с 2014 г. по настоящее время она составляет около 15–21 %. Невысока также рентабельность продаж. Снижение удельного веса убыточных государственных организаций с 2016 г. объясняется работой по их реорганизации (объединению) (рис. 4).

В период пандемии в первом полугодии 2020 г. рентабельность продаж частных организаций с участием государства равнялась 7,7 %, с долей государства 100 % – 5,4 %, средняя по стране – 7,6 %. Удельный вес убыточных организаций с долей государства 100 % составил 11,1 %, с долей государства более 50 % – 20,3 %, у частных организаций с участием государства – 21,8 %, по стране – 21,1 %.

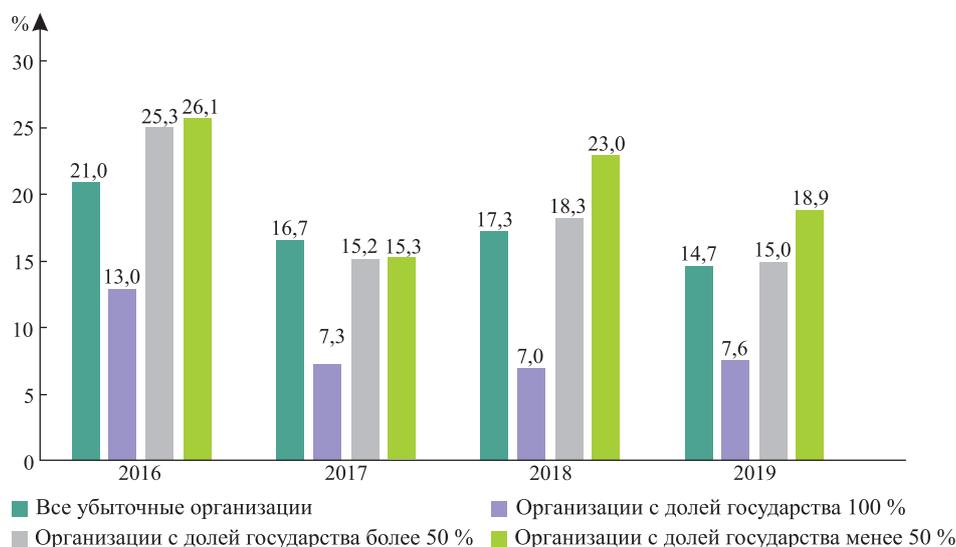


Рис. 4. Динамика удельного веса убыточных организаций в зависимости от доли в них государственной собственности в 2016–2019 гг.

Fig. 4. Dynamics of changes in unprofitable organizations depending on the share of state property in 2016–2019

Несмотря на то что рентабельность и доля убыточных организаций госсектора практически адекватны средним показателям по стране (эффект дают принимаемые меры по повышению эффективности госсектора), доля кредиторской и дебиторской задолженностей, а также задолженности банкам в них выше средней по стране. Особенно велик удельный вес государственных организаций с просроченной задолженностью.

В целом общая кредиторская задолженность банкам организаций реального сектора по мировым меркам невелика – около 60,0 % от ВВП. У государственных организаций просроченная задолженность по кредитам и займам банкам достигла 4,4 % от их общей задолженности, у частных организаций с участием государства она составляет 6,4 % (во время пандемии увеличилась до 7,0 %). Удельный вес государственных организаций в просроченной задолженности по кредитам банкам равен 80,0 %, при этом 69,8 % приходится на частные организации с участием государства, т. е. основная просрочка сконцентрирована у частных организаций с небольшой долей государства (рис. 5). Ухудшение показателей по задолженности связано с уменьшением субсидий и налоговых льгот, а также с рыночным подходом ОАО «Банк развития Республики Беларусь к директивному кредитованию».

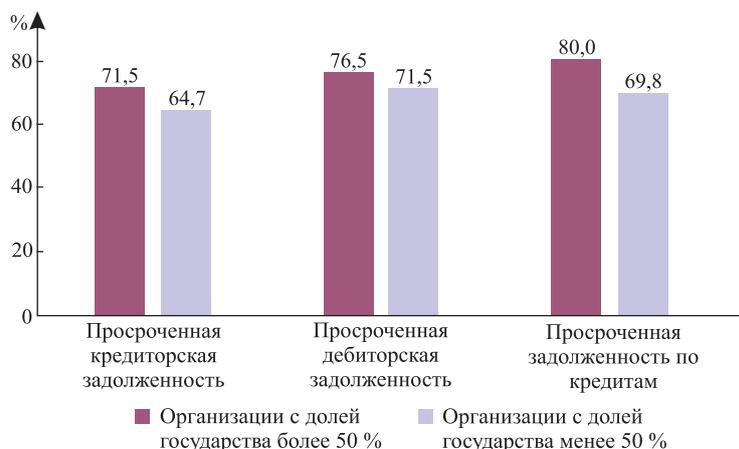


Рис. 5. Доля организаций с просроченной задолженностью в 2019 г.

Fig. 5. Percentage of organisations with overdue debt in 2019

Тренд 3. Финансовая неустойчивость государственных организаций сохраняется.

Одна из главных причин финансовой неустойчивости заключается в невысокой производительности труда: отставание ее роста от повышения зарплаты на республиканских предприятиях ниже в 1,2 раза, а на коммунальных – в 2,2 раза, чем в частных организациях. Так, в промышленности по валовой добавленной стоимости производительность с 2015 г. выросла на 116,9 % при росте зарплаты на 124,9 %. И тем не менее, например, в промышленности начисленная среднемесячная заработная плата в 2019 г. составляла 1070,3 руб., на иностранных предприятиях – 1637 руб., т. е. в 1,5 раза выше. Даже данные по наиболее прибыльным государственным предприятиям в 2019 г. показывают, что выручка и прибыль на одного работника невелика (таблица), что объясняется не только невысокой производительностью, но и существенно большими затратами на энергоносители, чем в России, которые снижают конкурентоспособность экспорта на основном рынке.

Тренд 4. Зарплаты и производительность труда на государственных предприятиях существенно отстают от соответствующих показателей на иностранных предприятиях.

Показатели эффективности наиболее прибыльных белорусских предприятий в 2019 г.**Performance indicators of the most profitable Belarusian enterprises in 2019**

Название организации	Численность персонала, чел.	Выручка в 2019 г., млн долл. США	Чистая прибыль в 2019 г., млн. долл. США	Выручка на одного работника, млн долл. США	Чистая прибыль на одного работника, долл. США	Соотношение чистой прибыли к выручке, %
ОАО «Гомельтранснефть «Дружба»»	1384	248	57	0,18	41 184,97	22,98
РУПЭ «Белтелеком»	25 000	474	84	0,02	3 360,00	17,72
ОАО «Белорусский автомобильный завод»	9927	781	126	0,08	12 692,66	16,13
ОАО «Авиакомпания «Белавиа»»	1778	420	32	0,24	17 997,75	7,62
ОАО «Могилёвлифтмаш»	4000	210	15	0,05	3 750,00	7,14
ЗАО «Атлант»	11 800	261	17	0,02	1 440,68	6,51
ОАО «Минский тракторный завод»	16 819	769	48	0,05	2 853,92	6,24
ОАО «Белшина»	10 337	326	19	0,03	1 838,06	5,83
ОАО «Белорусский металлургический завод»	10 939	1384	73	0,13	6 673,37	5,27
ОАО «Гродно Азот»	7562	786	39	0,10	5 157,37	4,96
ОАО «Мозырьский нефтеперерабатывающий завод»	4767	3997	140	0,84	29 368,58	3,50
ОАО «Промтехмонтаж»	2571	89	0,6	0,03	233,37	0,67
ОАО «Светлогорск-Химволокно»	3646	128	0,09	0,04	24,68	0,07
ОАО «Нафтан»	1 1710	3665	1,7	0,31	145,18	0,05
ОАО «Белорусская калийная компания»	94	2992	0,3	31,83	3 191,49	0,01

Анализ промышленного госсектора

В рейтинге конкурентоспособности промышленности ЮНИДО Беларусь занимает 47-е место и из всех стран СНГ имеет наилучшие показатели по индексам высоко- и среднетехнологичной промышленности, которые учитывают долю этих секторов в добавленной стоимости и экспорте промышленности.

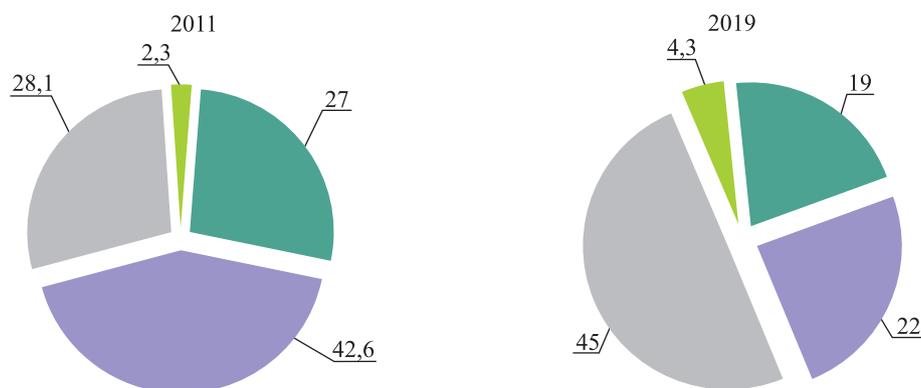
Промышленность в 2019 г. обеспечила 25,7 % ВВП, предоставив работу 23,6 % занятых, в том числе госсектор – около 13 и 17 % соответственно. По числу предприятий в промышленности доминируют

государственные: их 649, также работают 103 частных предприятия с участием государства. В сумме все они в 2019 г. дали 65,7 % объема промышленного производства. В промышленном госсекторе и на частных предприятиях с участием государства занято 575 309 человек, из них 507 977 человек (61,2 % от всех занятых в промышленности) работают на государственных предприятиях. На частных предприятиях без доли государства заняты 34,5 % работников, в иностранных компаниях – 4,3 % (рис. 6).

В общем объеме промышленного производства доминируют предприятия со смешанной формой собственности. Доля иностранных предприятий медленно увеличивалась с 2,5 % в 2011 г. до 5,9 % в 2019 г. (рис. 7), доля организаций с долей государства 100 % уменьшилась до 13,4 %, а доля полностью частных компаний выросла до 28,4 %. Распределение выручки предприятий в зависимости от вида собственности приведено на рис. 8.

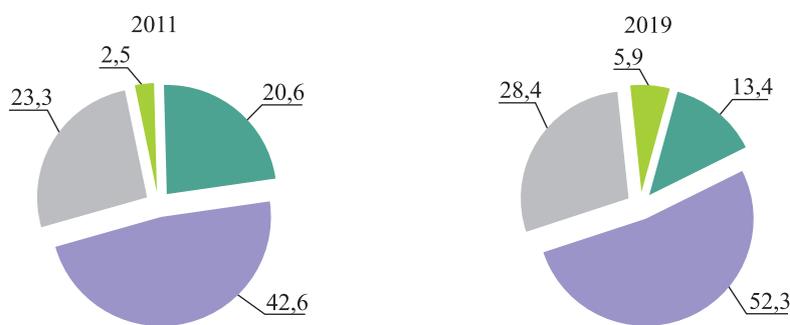
Важным показателем экономического развития являются инвестиции в основной капитал: в 2019 г. в промышленности в организациях с долей государства 100 % они составили 5,8 млрд руб., в частных организациях, в том числе в организациях с участием государства, – 2,7 млрд руб., на иностранных предприятиях – 0,985 млрд руб. В инвестиционном процессе в промышленности доминируют собственные средства (49,6 %), еще 21,7 % предоставляет бюджет, 15,4 % – кредиты банков, и только 8,3 % составляют иностранные инвестиции. Отметим, что с 2015 г. доля бюджета уменьшилась почти на 5 %, а доля кредитов банков – на 6,7 %; доля собственных средств увеличилась на 4 %, доля иностранных инвестиций – на 5,6 %.

Таким образом, в инвестиционном процессе промышленности пока доминируют государственные организации, однако с учетом небольшой доли в ВВП частных и иностранных предприятий у них инвестиции занимают большую долю в добавленной стоимости и прибыли, чем в государственных организациях.



Виды организаций
 ■ Государственные ■ Смешанные ■ Иностранные ■ Частные
 Рис. 6. Доля работников на промышленных предприятиях разной формы собственности в 2011 и 2019 гг., %

Fig. 6. Shares of industrial employees by type of ownership in 2011 and 2019, %



Виды организаций
 ■ Государственные ■ Смешанные ■ Иностранные ■ Частные
 Рис. 7. Доли предприятий в объемах промышленного производства в 2011 и 2019 гг. по формам собственности, %

Fig. 7. Shares in industrial production in 2011 and 2019 by form of ownership, %

Суммарная чистая прибыль в промышленности за 2019 г. составила 6,6 млрд руб. Государственные организации получили 3,1 млрд руб., частные с участием государства – 0,6 млрд руб., частные и иностранные предприятия – 1 млрд руб. Рентабельность продаж была самой высокой у промышленных иностранных предприятий (11,4 %), у организаций с долей государства 100 % составила 7,2 %, на предприятиях с долей государства более 50 % – 8,4 %, в частных организациях с участием государства – 5,9 %, в целом по промышленности – 8,3 %. За 2019 г. в промышленности в целом было 21,8 % убыточных организаций, причем среди государственных организаций с участием государства 100 % – 6,7 %, с долей государства более 50 % – 21,9 %, среди частных предприятий с участием государства – 28,5 %.

Запасы готовой промышленной продукции в период пандемии на 1 июля 2020 г. достигли на предприятиях с участием государства 66,8 %, что несколько больше, чем в целом по промышленности (68,5 %).

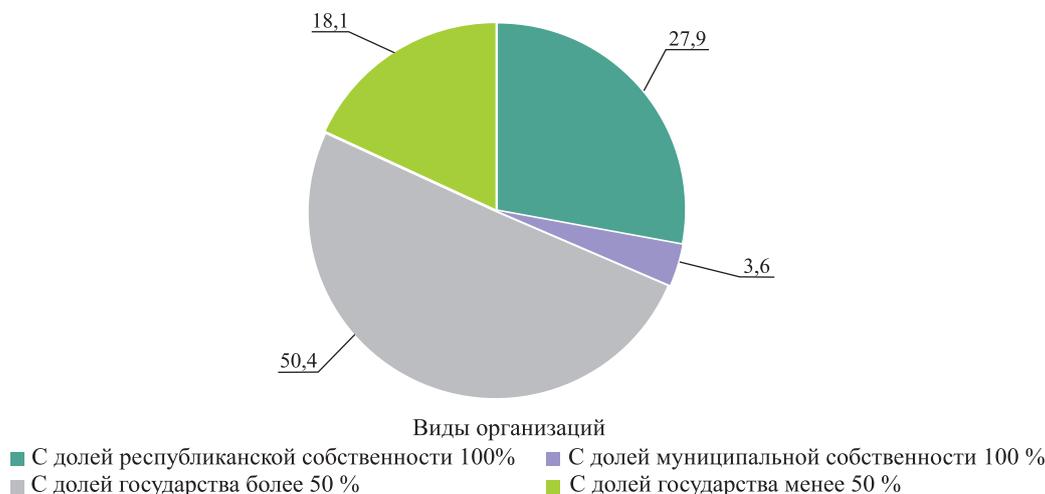


Рис. 8. Удельный вес выручки организаций в зависимости от доли государственной собственности (промышленность) в 2019 г., %

Fig. 8. Share of revenue of organisations depending on the share of state property (industry) in 2019, %

Тренд 5. В промышленности значимость госсектора уменьшается, эффективность деятельности промышленных государственных предприятий сравнима с эффективностью частных компаний, но существенно ниже, чем у иностранных.

Анализ сельскохозяйственного сектора

У Беларуси как у одного из мировых лидеров по наличию пахотной земли на душу населения (0,6 га на каждого жителя республики при среднемировой норме 0,2 га на человека) сельскохозяйственное производство является постоянным приоритетом властей. Результаты общеизвестны: экспорт сельскохозяйственной продукции и продуктов питания вырос с 1,1 млрд долл. США в 2000 г. до 5,5 млрд долл. США в 2019 г., что обеспечило Беларуси третье место в мире по экспорту сливочного масла, четвертое – по экспорту сыров, шестое и седьмое – сухого молока и мяса соответственно (Евросоюз в рейтингах ФАО рассматривается как единое экономическое пространство). Беларусь – один из мировых лидеров по производству агропродукции: в 2019 г. было произведено 785 кг молока на душу населения, 648 кг картофеля, 132 кг мяса (в убойном весе), 778 кг зерна.

Данных показателей страна добилась за счет деятельности сельскохозяйственных государственных предприятий, доля которых составляет 69,9 % и на которых работает 206 064 человека, еще 22 177 человек заняты в сельскохозяйственных частных организациях с участием государства. У 3265 фермеров работает 10 414 человек и производится 2,7 % продукции. Структура собственности сельскохозяйственных предприятий представлена на рис. 9. Только 22,5 % этих предприятий полностью государственные³. Распределение выручки сельскохозяйственных организаций в зависимости от доли собственности государства в них отражено на рис. 10.

³Отметим, что данные двух сборников Национального статистического комитета Республики Беларусь («Сельское хозяйство Республики Беларусь, 2020» и «Основные показатели деятельности организаций государственного сектора за 2019 г.») существенно разнятся в части числа коммунальных сельскохозяйственных организаций (277 и 357 соответственно) и числа организаций с участием государства (583 и 642 соответственно).



Рис. 9. Структура собственности 1382 сельскохозяйственных организаций, %
 Fig. 9. Ownership structure of 1382 agricultural organisations, %



Рис. 10. Структура выручки сельскохозяйственных организаций с различной долей государственной собственности, %
 Fig. 10. Revenue structure of agricultural organizations with different shares of state ownership, %

На государственные организации приходится 58,11 % выручки, при этом рентабельность таких продаж у них ниже, чем у организаций с долей участия государства менее 50 % и в целом по сельскому хозяйству (рис. 11). Рентабельность продаж фермерских хозяйств устойчива, и средняя рентабельность за последние 5 лет равна 22,2 %.

Чистая прибыль всех организаций с участием государства составила 881,2 млн руб. при задолженности банкам 5874 млн руб. (в том числе 455 млн руб. просроченной задолженности). Чистая прибыль государственных организаций равнялась 525 млн руб., частных с участием государства – 89 млн руб. при просроченной задолженности банкам 322 млн руб. В сельском хозяйстве у государственных организаций просроченная задолженность достигла 9,3 % их общей задолженности.

Число убыточных сельскохозяйственных организаций в целом составляет 239 из 1389 (18,0 %). Удельный вес убыточных организаций в госсекторе сельского хозяйства уменьшился по сравнению с 2016 г. до уровня в 10 % (рис. 12).

Еще одним показателем, характеризующим эффективность сельского хозяйства, является заработная плата, которая по госсектору за 2019 г. составляла 651,5 руб., т. е. была на треть ниже средней по стране. При этом чем меньше в организации доля государственной собственности, тем выше поднималась зарплата.

Распространен миф о чрезмерной бюджетной поддержке госсектора сельского хозяйства. Однако она стремительно сокращается: в 2011 г. ее размер составил 1,8 млрд долл. США, в 2017 г. – 0,7 млрд евро

(80 евро на белоруса), что, по данным ВТО, меньше, чем в Евросоюзе в 1,7 раза (правда, в эти суммы не входят списания кредитов, неоднократно применявшиеся в Беларуси). Бюджетная поддержка сельскохозяйственных организаций в последние годы оказывается в виде оплаты банкам половины процентов, т. е. она удешевляет кредиты сельскому хозяйству. Заметим, что при правильной денежно-кредитной политике с невысокой стоимостью кредитов эта поддержка могла бы направляться не банкам, а в поддержку сельского хозяйства в соответствии с требованиями ВТО.

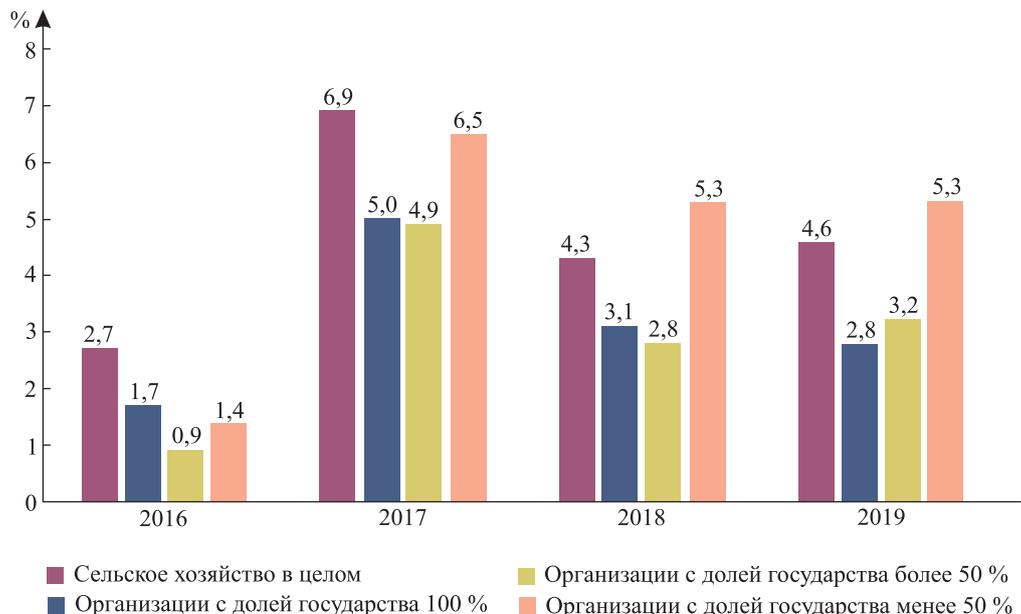


Рис. 11. Динамика изменений экономической эффективности в зависимости от доли государства (рентабельность продаж предприятий сельского хозяйства) в 2016–2019 гг.

Fig. 11. Dynamics of changes in economic efficiency depending on the share of the state (profitability of sales of agricultural enterprises) in 2016–2019

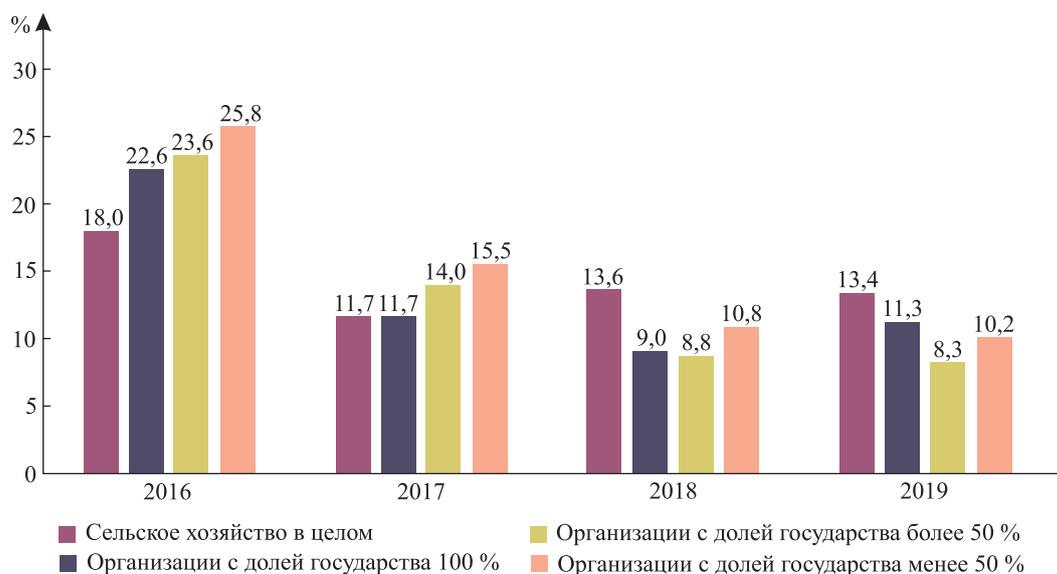


Рис. 12. Динамика доли убыточных организаций в сельском хозяйстве от обследуемых в данном сегменте в 2016–2019 гг.

Fig. 12. Dynamics of the share of unprofitable organizations in agriculture from the surveyed in this segment in 2016–2019

Тренд 6. Рентабельность продаж в сельскохозяйственных государственных организациях ниже, чем в среднем по сельскому хозяйству. С 2018 г. рентабельность сельскохозяйственных организаций с долей государства менее 50 % выше средней по сельскому хозяйству в целом (см. рис. 11).

Анализ финансового и страхового госсектора

В госсекторе по направлению финансовой и страховой деятельности насчитывается всего 14 организаций, в которых занято 12 562 человека. Средняя зарплата в финансово-страховом госсекторе составляет 1480 руб. Специфика сектора обеспечивает высокую рентабельность продаж (25,4 %), убыточных организаций в нем нет. В финансово-страховом секторе важнейшим является банковский, который включает четыре государственных банка: ОАО «АСБ Беларусбанк», ОАО «Белагропромбанк», ОАО «Белинвестбанк», ОАО «Банк Дабрабыт» (ОАО «Паритетбанк» продан в 2020 г. российскому инвестору). Доля данных банков в активах достигает 62 %, с иностранным капиталом – 35 %, и только 3 % составляет национальный частный капитал. В структуре уставного фонда белорусских банков государство владеет 75,97 %, иностранцы – 20,8 %, и только 3,16 % принадлежит белорусским резидентам. За 2019 г. рентабельность активов частных банков составила 21,78 %, иностранных – 16,05 %, государственных – 7,22 %, т. е. государственные банки имеют более низкую рентабельность, в том числе по причине выполнения социальных функций.

Тренд 7. Государственные банки в банковской системе Беларуси занимают монопольное положение. При медленном снижении их доли, которую замещают иностранные (российские) банки национальный частный капитал имеет крайне низкую долю при самой высокой рентабельности работы.

Заключение

Белорусское государство управляет своими организациями пока недостаточно эффективно. Делегирование управления республиканской собственностью отраслевым министерствам, комитетам, концернам, а региональной собственностью – местным властям показывает их недостаточную эффективность при выполнении функций собственника. Для реформирования системы управления госсектором в целом и корпоративного управления государственными организациями требуется создание эффективной системы владельческого надзора и управления государственными активами с помощью ряда мер.

1. Следует разделить функции государства как собственника и как регулятора, что требует перехода от дуальной многоуровневой системы управления госсектором (отраслевые министерства (концерны) и Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь) к централизованной с одним органом владельческого надзора (возможно, им будет усиленный Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь).

2. Поскольку акции всех республиканских государственных организаций в форме открытого акционерного общества сконцентрированы в Государственном комитете по имуществу Республики Беларусь, а акции муниципальных организаций – в его областных управлениях, то данный орган, как представитель государства, должен выступать по отношению к государственным организациям как акционер, требуя результативности и эффективности управления активами и нацеливая на рост финансовых показателей, что приведет к росту стоимости предприятий госсектора и их чистой прибыли и ограничит получение льгот и дотаций от государства.

3. Необходимо улучшить корпоративное управление в государственных организациях, реформировав систему формирования наблюдательных советов. В частности, следует предложить и формализовать четкий механизм подбора и назначений представителей государства с функциями акционеров в наблюдательные советы государственных организаций и частных организаций с участием государства (для стратегических организаций председатели советов назначает Совет Министров Республики Беларусь). Формирование остальных членов наблюдательных советов необходимо осуществлять, сохраняя представительство: по одному представителю назначают Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь, отраслевые министерства (концерны), Министерство финансов и Министерство экономики Республики Беларусь, а также кредитующий банк. Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь совместно с отраслевыми министерствами также назначают независимых директоров – председателей комитетов (банк данных независимых директоров и их учебу организует указанный комитет). Наблюдательные советы формируют комитеты по стратегии, финансам и рискам, по кадрам и мотивации (вознаграждениям) и др. (в зависимости от специфики каждой государственной организации).

4. Следует уточнить и скорректировать устаревший перечень из стратегических государственных организаций, не подлежащих банкротству и приватизации (в перечень включена 101 организация). Все остальные государственные активы постепенно подлежат приватизации, в том числе посредством IPO.

5. Необходимо ввести в контракты для директоров государственных организаций систему ключевых индикаторов: прибыль, чистая прибыль, отношение задолженности к активам, операционная маржа, инвестиции, в том числе в НИОКР и внедрение инноваций (подобная система функционирует в Китае).

6. Важно выработать единую политику установления доли прибыли государственных организаций, распределяемой в качестве дивидендов акционерам, в том числе государству (размер, порядок и сроки выплат). Дивиденды от государственной собственности должны планироваться в республиканском и местных бюджетах, что будет способствовать финансовой дисциплине и финансовому надзору.

7. Следует реорганизовать бизнес-процессы в государственных организациях, используя цифровые технологии, разработанные резидентами ПВТ для зарубежных заказчиков, нацелив на увеличение денежного потока (жестко подконтрольного соответствующему комитету наблюдательного совета), снижение затрат, увеличение чистой прибыли государственных организаций. Цифровизация будет способствовать прозрачности деятельности и снижению коррупции.

8. Необходимо приступить к постепенному формированию крупных государственных холдингов, объединяя государственные организации, работающие на одних рынках, например производителей техники для сельского хозяйства (ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Гомсельмаш» и т. д.), что позволит российскому фермеру в одном месте покупать и обслуживать весь сельскохозяйственный инвентарий (так сделано у конкурентов – компаний *J. Deer, New Holland* и др.).

9. Следует способствовать увеличению в белорусской банковской системе доли национального частного капитала, превратив один из государственных банков в народный, реализовав населению его акции.

10. Стоит уменьшать число сельскохозяйственных организаций, создавая крупные вертикально-интегрированные (частные и государственные) организации агроперерабатывающие комплексы из переработчиков мяса, молока, сахара, льна и производителей продукции для них, а также разрешая присоединение убыточных государственных организаций к успешным фермерским хозяйствам. Следует изучить вопрос о полном освобождении от налогов сельскохозяйственные производства вместо государственных дотаций, которые примерно совпадают.

Библиографические ссылки

1. Гаспар В, Медас П, Ролье Д. Государственные предприятия во время пандемии COVID-19 [Интернет]. Международный валютный фонд. 2020 [протитировано 15 апреля 2020 г.]. Доступно по: <https://www.imf.org/ru/News/Articles/2020/05/06/blog-state-owned-enterprises-in-the-time-of-covid-19>.
2. Ковалев ММ, Румас СН, Шахуб ИХ, Юшко КЮ. *Управление государственным сектором экономики*. Минск: Издательский центр БГУ; 2018. 250 с.
3. Автушко-Сикорский А, Бурак Е, Мирошниченко АН. Меры, направленные на повышение эффективности управления государственной собственностью. *Belarusian Institute for Strategic Studies*. 2016;12:63.
4. Лесли К, Тилли К. Обеспечение эффективности в государственном секторе. *Вестник McKinsey: теория и практика управления*. 2006;13:41–49.
5. *Эффективное управление государственной собственностью в 2018–2024 годах и до 2035 года*. Аналитический доклад. Москва: Центр стратегических разработок; 2018. 54 с.
6. Гайдук К. Сектор госпредприятий: структурные выводы. *Банкаўскі веснік*. 2020;3:26–30.

References

1. Gaspar V, Medas P, Ralyea J. State-owned enterprises in the time of COVID-19 [Internet]. International Monetary Fund. 2020 [cited 2020 April 12]. Available from: <https://www.imf.org/ru/News/Articles/2020/05/06/blog-state-owned-enterprises-in-the-time-of-covid-19>. Russian.
2. Kovalev MM, Rumas SN, Shahub IH, Ushko KJ. *Upravlenie gosudarstvennym sektorom ekonomiki* [Management of the state sector of economy]. Minsk: Publishing House of the Belarusian State University; 2018. 250 p. Russian.
3. Avtushko-Sikorskii A, Burak E. [Measures aimed at improving the efficiency of public property management]. *Belarusian Institute for Strategic Studies*. 2016;12:63. Russian.
4. Leslie K, Tilley C. Organizing for effectiveness in the public sector. *Vestnik McKinsey: teoriya i praktika upravleniya*. 2006;13:41–49. Russian.
5. *Effektivnoe upravlenie gosudarstvennoi sobstvennost'yu v 2018–2024 godakh i do 2035 goda*. *Analiticheskii doklad* [Effective management of state property in 2018–2024 and until 2035. Analytical report]. Moscow: Tsentr strategicheskikh razrabotok; 2018. 54 s. Russian.
6. Haiduk K. SOE sector: structural challenges. *Bank Bulletin Journal*. 2020;3:26–30. Russian.

Статья поступила в редакцию 20.10.2020.
Received by editorial board 20.10.2020.

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ БАНКОВСКОГО СЕКТОРА ПОСРЕДСТВОМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЛИКВИДНОСТЬЮ

Я. И. ГРИГОРЬЕВА¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Показано, что повышенный спрос на иностранную валюту на внутреннем валютном рынке в августе 2020 г., а также существенный отток ресурсов с банковских счетов в данный период сформировали серьезные предпосылки для ухудшения функционирования банков. Проводится оценка финансовой устойчивости белорусских банков в условиях дефицита рублевой ликвидности, а также анализ выполнения финансовыми институтами нормативов ликвидности, установленных Национальным банком Республики Беларусь.

Ключевые слова: ликвидность; риск ликвидности; риск физической ликвидности; риск структурной ликвидности; риск нормативной ликвидности; нормативы ликвидности; норматив краткосрочной ликвидности; норматив чистого стабильного фондирования.

ANALYSIS OF THE STABILITY OF THE BANKING SECTOR BY ASSESSING THE QUALITY OF LIQUIDITY MANAGEMENT

Ya. I. GRIGOREVA^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

The increased demand for foreign currency in the domestic currency market in August 2020, as well as a significant outflow of resources from Bank accounts during this period, formed serious prerequisites for the deterioration of banks. The assessment of financial stability of Belarusian banks in the conditions of ruble liquidity shortage, as well as the analysis of financial institutions' compliance with the liquidity standards set by the National Bank of the Republic of Belarus are devoted.

Keywords: liquidity; liquidity risk; physical liquidity risk; structural liquidity risk; regulatory liquidity risk; liquidity standards; short-term liquidity standard; net stable funding standard.

Образец цитирования:

Григорьева ЯИ. Анализ устойчивости банковского сектора посредством оценки качества управления ликвидностью. Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. 2020;2:72–83.

For citation:

Grigoreva YaI. Analysis of the stability of the banking sector by assessing the quality of liquidity management. *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2020;2:72–83. Russian.

Автор:

Яна Ивановна Григорьева – аспирантка кафедры корпоративных финансов экономического факультета. Научный руководитель – доктор экономических наук, профессор В. И. Тарасов.

Author:

Yana I. Grigoreva, postgraduate student at the department of corporate finance, faculty of economics.
prof820@mail.ru

Введение

По состоянию на 1 сентября 2020 г. белорусский рубль с начала года ослаб к доллару на 25,9 %, к евро – на 33,7 %, к российскому рублю – на 5,8 %¹. Основной причиной ускоренного падения курса белорусского рубля выступает внутривалютная ситуация в стране, вследствие чего резко выросли девальвационные ожидания и спрос на иностранную валюту.

В августе 2020 г. Объем чистой покупки населением иностранной валюты (622,2 млн долл. США) был соразмерен с суммарным объемом его чистого спроса за первый и второй кварталы 2020 г. Объем чистой покупки иностранной валюты предприятиями в августе 2020 г. (651,5 млн долл. США) побил рекорд марта 2020 г. (табл. 1).

Таблица 1

Сальдо покупки иностранной валюты в 2020 г., млн долл. США

Table 1

Foreign currency purchase balance in 2020, million US dollars

Покупатель	Месяц								
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Итого
Население	44,8	128,0	279,4	69,5	58,8	77,7	215,6	622,2	1,496,0
Предприятия	24,0	285,4	617,8	-166,6	-5,0	44,0	-53,5	651,5	1,397,6

Примечание. Составлено автором на основе статистических данных².

Таким образом, в январе – августе 2020 г. населением куплено на чистой основе около 1,5 млрд долл. США, а предприятиями – почти 1,4 млрд долл. США.

Девальвация национальной валюты, неопределенность и негативные ожидания спровоцировали массовый отток средств населения и субъектов хозяйствования со счетов в банках. Так, совокупный объем депозитов физических лиц в национальной и иностранной валютах на 1 сентября 2020 г. сократился за месяц на 1043,6 млн руб. Причем население в августе изымало денежные средства во всех валютах с переводных и других (срочных и условных банковских вкладов) депозитов. Следовательно, наблюдаемое в предыдущие годы поведение населения, вызванное девальвацией национальной валюты и переводом средств из рублевых депозитов на вклады в иностранной валюте, не было характерно для августа 2020 г.

Поведение субъектов хозяйствования было несколько иным. Совокупный объем депозитов юридических лиц в национальной и иностранной валютах на 1 сентября 2020 г. увеличился за месяц на 1194,3 млн руб. Однако более детальный анализ показал, что в августе наблюдался отток рублевых депозитов и приток валютных. Таким образом, субъекты хозяйствования хеджировали валютные риски в условиях неопределенности и девальвации национальной валюты.

Совокупный объем депозитов в банках Республики Беларусь за август 2020 г. сократился в национальной валюте на 1548,0 млн руб., в иностранной валюте – 370,5 млн долл. США³.

В этих условиях проводимые Национальным банком Республики Беларусь интервенции с целью поддержать курс национальной валюты и стабилизировать ситуацию на валютном рынке стали основной причиной значительного (на 15,8 %, т. е. до 7,5 млрд долл. США) снижения международных резервов страны в августе 2020 г.⁴

Чтобы стимулировать перераспределение ресурсов на финансовом рынке и оживление рынка межбанковских кредитов (далее – МБК), Национальный банк Республики Беларусь принял решение приостановить в период с 30 июня по 15 сентября 2020 г. проведение операций по привлечению денежных средств банков в белорусских рублях в депозиты по фиксированной процентной ставке и по результа-

¹Официальный курс белорусского рубля по отношению к иностранным валютам, устанавливаемый Национальным банком Республики Беларусь ежедневно [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nbrb.by/statistics/rates/ratesdaily.asp> (дата обращения: 01.10.2020).

²Статистический бюллетень [Электронный ресурс]. 2020. № 8 С. 155–156. URL: <https://www.nbrb.by/publications/bulletin> (дата обращения: 03.10.2020).

³Статистический бюллетень. Выпуск в разрезе банков. 2020. № 8. 156 с.

⁴Золотовалютные резервы Беларуси на 1 сентября [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nbrb.by/press/10579> (дата обращения: 07.09.2020).

там депозитных аукционов⁵. С 24 августа 2020 г. банковский регулятор приостановил также проведение постоянно доступных операций в форме кредитов овернайт⁶.

Проведенный авторами анализ ситуации на финансовом рынке показал, что возникший в августе 2020 г. дефицит банковской ликвидности (рис. 1) сузил до минимума предложение средств на рынке МБК в конце августа – начале сентября текущего года.

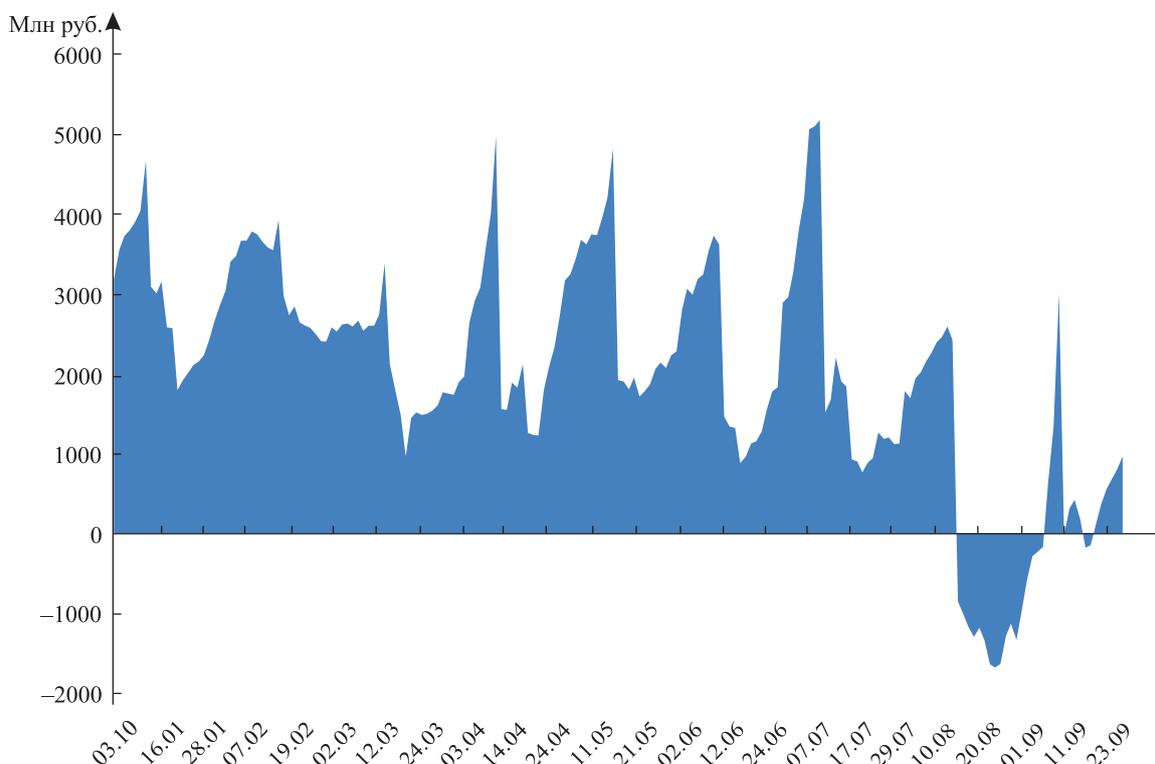


Рис. 1. Ликвидность банковской системы Республики Беларусь в 2020 г.
(разработано автором на основе данных Национального банка Республики Беларусь⁷)

Fig. 1. Banking system liquidity of the Republic of Belarus in 2020
(developed by the author on the basis of data from the National Bank of the Republic of Belarus)

При этом в условиях повышенного спроса у банков текущая ставка МБК с уровня 3,96 % в начале августа взлетела до 25,57 % 8 сентября 2020 г. (рис. 2).

Мера приостановления постоянно доступных операций по поддержке и изъятию ликвидности 14 сентября 2020 г. была продлена Национальным банком Республики Беларусь до 13 октября 2020 г. для закрепления тенденций по стабилизации ситуации на финансовом рынке⁸. Регулирование ликвидности до указанного срока осуществлялось путем проведения аукционных операций.

Приостановленные с 23 января 2019 г. кредитные аукционы возобновились с 19 августа 2020 г. на регулярной основе (рис. 3).

Проведенный автором анализ итогов кредитных аукционов Национального банка Республики Беларусь показал серьезный дефицит банковской рублевой ликвидности и повышенный спрос банков на финансовую поддержку от банковского регулятора. Совокупный первоначальный спрос банков на ресурсы за период 19 августа – 23 сентября 2020 г. составил 12,4 млрд руб., в то время как объем удовлетворенных Национальным банком Республики Беларусь заявок равен лишь 6 млрд руб., 48,3 % первоначального спроса. Средневзвешенная процентная ставка за рассматриваемый период поднималась на торгах до 23,49 % годовых.

⁵О приостановке операций по привлечению денежных средств банков [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nbrb.by/news/10406> (дата обращения: 30.06.2020).

⁶Об операциях Национального банка : письмо Национального банка Республики Беларусь № 36-20/66 от 21.08.2020 г. // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «Юрспектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2020.

⁷Операции по регулированию ликвидности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nbrb.by/mp/liquidity/> (дата обращения: 08.09.2020).

⁸О продлении приостановления постоянно доступных операций регулирования ликвидности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nbrb.by/news/10600> (дата обращения: 14.09.2020).

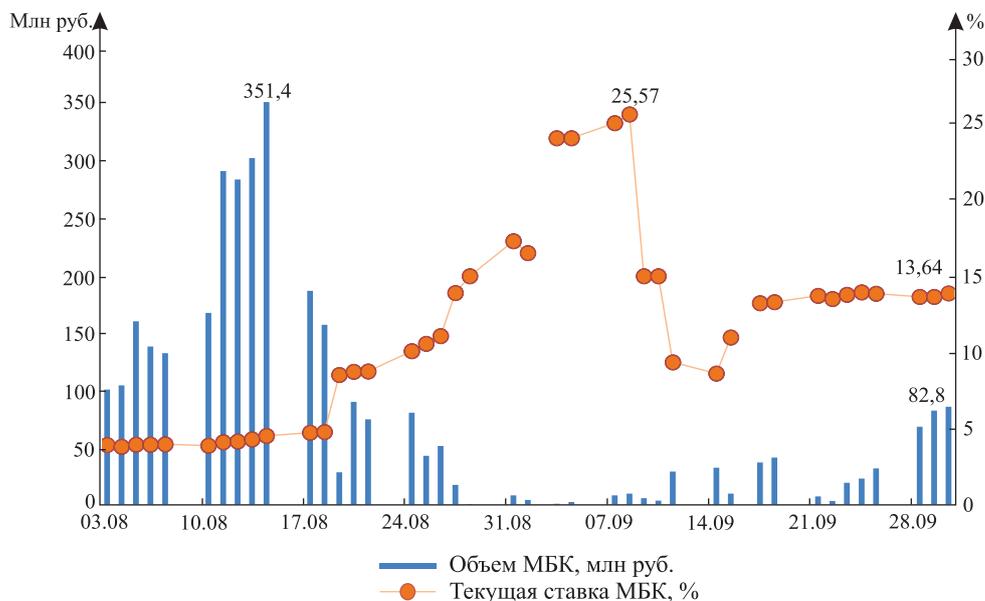


Рис. 2. Межбанковский рынок Республики Беларусь в 2020 г.
(разработано автором на основе данных Национального банка Республики Беларусь⁹)

Fig. 2. Interbank market of the Republic of Belarus in 2020
(developed by the author on the basis of data from the National Bank of the Republic of Belarus)

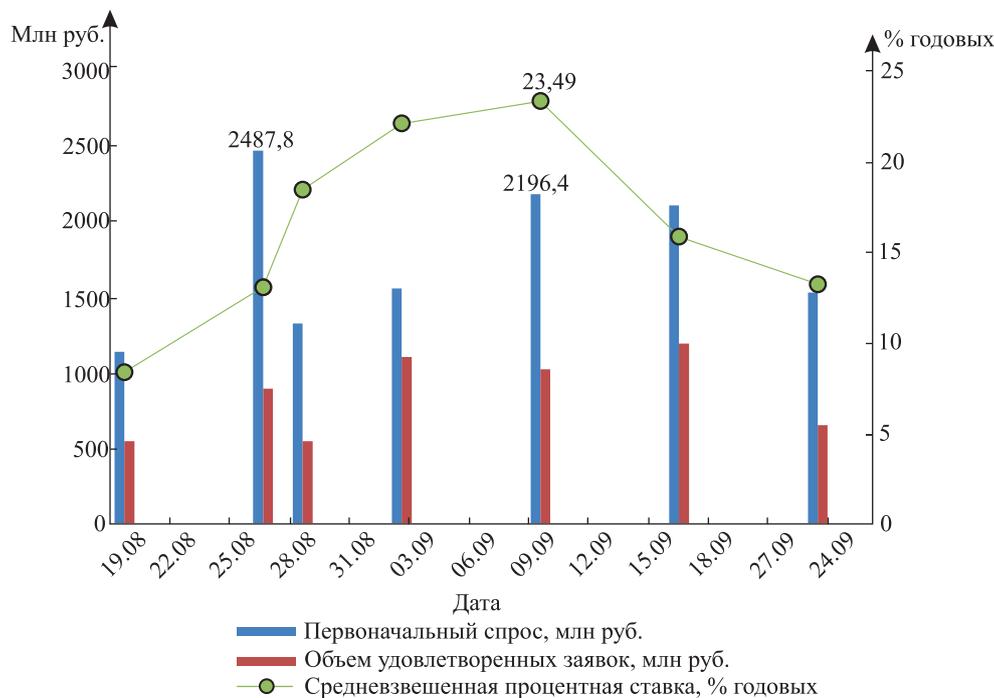


Рис. 3. Итоги кредитных аукционов Национального банка Республики Беларусь в августе – сентябре 2020 г.
(разработано автором на основе данных Национального банка Республики Беларусь¹⁰)

Fig. 3. Results of credit auctions of the National bank of the Republic of Belarus in August – September 2020
(developed by the author on the basis of data from the National Bank of the Republic of Belarus)

Уровень ставок на рынке МБК к концу сентября стабилизировался на уровне 13,5–13,8 % годовых. Объем сделок постепенно прирастал, сложившись на уровне 70–80 млн руб. в последних числах сентября (см. рис. 2).

⁹Скольльзящая средневзвешенная ставка межбанковского рынка [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nbrb.by/mp/info/analyticalindicators> (дата обращения: 09.09.2020).

¹⁰Итоги кредитных аукционов Национального банка Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nbrb.by/news/10600> (дата обращения: 02.10.2020).

Предпринимаемые банками меры по поддержанию сбалансированной структуры активов и пассивов в национальной валюте, покупка Национальным банком Республики Беларусь иностранной валюты на внутреннем валютном рынке и ряд иных факторов способствовали сокращению к концу сентября 2020 г. дефицита рублевой ликвидности банковской системы страны (см. рис. 1). Вследствие стабилизации ситуации с ликвидностью в банковской системе кредитный аукцион, запланированный Национальным банком Республики Беларусь на 30 сентября 2020 г., не проводился (см. рис. 3).

Ситуация с недостатком ликвидности в конце августа – начале сентября 2020 г. рассматривается как фактор ухудшения финансового состояния банковского сектора страны. В непростых рыночных условиях актуальность и значимость оценки влияния негативных рыночных факторов на финансовую устойчивость банковских организаций Республики Беларусь является безусловной.

Для проведения анализа устойчивости банковского сектора посредством оценки качества управления ликвидностью необходимо рассмотреть влияние внедренного инструмента – нормативов ликвидности – на способность банков обеспечить своевременное и полное исполнение своих обязательств в условиях дефицита рублевой ликвидности на финансовом рынке за счет достаточного запаса высоколиквидных необремененных активов.

Нормативы ликвидности банка

Прежде чем перейти к анализу степени выполнения нормативов ликвидности белорусскими банками, целесообразно рассмотреть содержание понятий «ликвидность», «риск ликвидности», «нормативы ликвидности».

Существует несколько определений риска ликвидности. Его можно рассматривать как составную часть рыночного риска. В таком случае риск ликвидности определяют как потерю стоимости рыночного инструмента (облигации, акции) в результате незначительных объемов его покупки/продажи на рынке. Но чаще понятие «риск ликвидности» связывают со структурой активов и пассивов банков. При таком подходе риск ликвидности тождественен риску фондирования активов банка, т. е. он понимается как риск несбалансированности объемов активов и пассивов банка по срокам и валютам (так называемый разрыв ликвидности).

Согласно п. 60 Инструкции о нормативах безопасного функционирования для банков, ОАО «Банк развития Республики Беларусь» и небанковских кредитно-финансовых организаций (далее – Инструкция) **ликвидность** определяется способностью «банка обеспечить своевременное и полное исполнение своих краткосрочных обязательств за счет достаточного запаса высоколиквидных необремененных активов, а также соответствие имеющегося в наличии объема стабильного фондирования структуре активов и обязательств банка»¹¹.

Риск ликвидности отличается от иных рисков тем, что он является фатальным для банковской организации. Другими словами, реализация риска значительной по объему ликвидности обычно заканчивается для банка дефолтом. Поэтому важность адекватной и своевременной оценки риска ликвидности крайне высока для банка.

При оценке сроков погашения активов и возврата пассивов следует руководствоваться экономической сущностью операций, условиями договоров на осуществление этих операций и (или) законодательством, а также предполагаемыми сроками реализации (возврата) активов, исполнения обязательств.

Порядок определения предполагаемых сроков реализации (возврата) активов, исполнения обязательств и их применения при расчете ликвидности, включая перечень оснований их применения, методологию определения предполагаемых сроков (в том числе порядок применения мотивированного суждения) и порядок осуществления контроля за ее обоснованностью и правильностью применения (в том числе последующий контроль и корректирующие меры), порядок принятия решений, распределение полномочий и ответственности должны быть установлены банком самостоятельно (см. п. 61 Инструкции).

Проведенный автором анализ показал, что банки в своей практике используют понятие **риска ликвидности**, выделяя в нем следующие составляющие:

- риск физической ликвидности;
- риск структурной ликвидности;
- риск нормативной ликвидности.

¹¹Об утверждении Инструкции о нормативах безопасного функционирования для банков, открытого акционерного общества «Банк развития Республики Беларусь» и небанковских кредитно-финансовых организаций : постановление Правления Нац. банка Респ. Беларусь от 28 сент. 2006 г. № 137 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2020.

Риск физической ликвидности – это физический дефицит наличных и (или) безналичных средств, приводящий к невозможности исполнить обязательства перед контрагентом банка в какой-либо валюте вследствие ее нехватки. Управление риском физической ликвидности должно осуществляться банками в наличной и безналичной формах по отдельности в целях своевременного удовлетворения спроса клиентов на ресурсы и недопущения банком репутационного риска.

Риск структурной ликвидности возникает в результате дисбаланса между пассивами и активами банка, что, в свою очередь, может повлиять на реализацию риска физической или нормативной ликвидности. Дисбалансы могут появляться, например, в разрезе валют, сроков (особенно длительных). Во избежание риска структурной ликвидности банкам следует контролировать уровень концентрации валют, инструментов, крупных клиентов на горизонте всех сроков.

Риск нормативной ликвидности – это риск нарушения пруденциальных требований банковского регулятора – Национального банка Республики Беларусь – в отношении ликвидности. Последствиями реализации риска нормативной ликвидности может стать как репутационный риск банка, так и использование со стороны регулятора широкого набора мер надзорного реагирования в зависимости от серьезности и (или) повторяемости нарушения. Выбор наиболее действенной меры осуществляется Национальным банком Республики Беларусь с учетом предполагаемого эффекта от ее применения, а также возможного негативного влияния на финансовую устойчивость и непрерывность деятельности конкретного банка.

Опыт 2007 г. показал, что метод измерения риска ликвидности через процентный или рыночный риски, т. е. через функцию цены, себя не оправдывает, поскольку в условиях стресса и резкого сжатия межбанковского рынка рефинансирование даже под очень высокую ставку бывает невозможным.

После кризиса 2007–2009 гг. риск ликвидности был признан одним из ключевых рисков банковской системы. В ответ на ряд банкротств крупных банков, столкнувшихся с дефицитом ликвидности, были разработаны новые рекомендации Базель III, в которых одним из основных акцентов стало введение обязательных требований к управлению ликвидностью.

Таким образом, с 1 января 2018 г. в качестве способа обеспечить финансирование в случае кризиса Базельским комитетом были внедрены новые пруденциальные стандарты в отношении ликвидности, которые дополняют норматив основанных на риске минимальных требований к капиталу.

Нормативы ликвидности банка устанавливаются как соотношение активов, пассивов и операций, не отраженных на балансе, с учетом сроков, сумм, типов активов, пассивов, операций, не отраженных на балансе, а также других факторов, определяемых Национальным банком Республики Беларусь (см. ст. 113 Банковского кодекса Республики Беларусь¹²).

Рассмотрим подробнее национальные **нормативы ликвидности**, определяемые банковским регулятором Республики Беларусь в целях надзора за состоянием ликвидности. Для банков установлены нормативы покрытия ликвидности и чистого стабильного фондирования.

Показатель краткосрочной ликвидности – это норматив покрытия ликвидности (*liquidity coverage ratio*). Он обеспечивает достаточное количество высоколиквидных необремененных ресурсов, которые банк использует и тем самым гарантирует исполнение имеющихся обязательств в течение одного месяца при возникновении нестабильности. Другими словами, норматив покрытия ликвидности отражает способность банка выдерживать стресс в течение 30 дней за счет сформированного запаса высоколиквидных активов.

Величина покрытия ликвидности представляет собой соотношение суммы высоколиквидных активов банка и чистого ожидаемого оттока денежных средств из банка в течение ближайших 30 дней (см. п. 64 Инструкции). Высоколиквидные активы – это те активы, реализация которых позволяет банку получить необходимую ликвидность в кратчайшие сроки.

Норматив покрытия ликвидности должен поддерживаться банками Республики Беларусь на уровне, равном либо превосходящем 100 % (см. п. 71 Инструкции).

В 2020 г. в целях повышения возможностей банков по предоставлению кредитной поддержки предпрятиям, а также смягчению влияния внешних негативных факторов Национальным банком Республики Беларусь было принято решение об установлении ряда контрциклических мер¹³. Данное решение носит временный характер, его действие распространяется до 31 декабря 2020 г. В рамках этого решения минимально допустимое значение норматива покрытия ликвидности в размере 100 % при необходимости может быть снижено банком до 80 %.

¹²Банковский кодекс Республики Беларусь от 25 октября 2000 г. № 441-3 [Электронный ресурс]. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk0000441> (дата обращения: 07.10.2020).

¹³Об отдельных вопросах регулирования деятельности банков в 2020 году [Электронный ресурс] : постановление Правления Нац. банка Респ. Беларусь от 18 марта 2020 г. № 81 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2020.

Во второй половине 2020 г. влияние внешних негативных факторов на экономику продолжилось, в связи с чем Национальным банком Республики Беларусь был проведен анализ использования белорусскими банками контрциклических мер и последствий прекращения их действия.

На основании проведенного анализа принято решение о предоставлении банкам возможности применения отдельных контрциклических мер в 2021 г. В рамках вновь принятого решения банковский регулятор сохранил минимальное значение норматива покрытия ликвидности на уровне 80 % до 1 июля 2021 г.¹⁴ После данного срока норматив увеличится на 10 % (рис. 4). К 31 декабря 2021 г. значение норматива покрытия ликвидности вновь составит 100 % и будет обязательным для соблюдения всеми банками.



Рис. 4. Уровень нормативов покрытия ликвидности в Республики Беларусь (разработано автором на основе постановлений Правления Национального банка Республики Беларусь¹⁵)

Fig. 4. Liquidity coverage ratio in the Republic of Belarus (developed by the author on the basis of resolutions of the Board of the National Bank of the Republic of Belarus¹⁵)

К показателю долгосрочной ликвидности относится **норматив чистого стабильного фондирования** (*net stable funding ratio*).

Показатель чистого стабильного финансирования является более сложным нормативом и призван поддерживать долговременную устойчивость банка с помощью создания дополнительных стимулов финансирования банковской деятельности из более стабильных источников на непрерывной структурной основе.

Величина чистого стабильного фондирования ориентирована на долгосрочные дисбалансы в структуре активов и пассивов банков. Норматив показывает соотношение имеющегося стабильного фондирования (длинные пассивы) к требуемому стабильному фондированию (длинные активы).

Таким образом, экономическая сущность такого инструмента, как норматив чистого стабильного фондирования, заключается в необходимости обеспечения банками пруденциального равновесия между размещаемыми и привлекаемыми ресурсами, причем в долгосрочной перспективе. Национальным регулятором пруденциальное значение этого норматива установлено на уровне не ниже 100 %.

Выполнение нормативов ликвидности банками Республики Беларусь

По состоянию на 1 сентября 2020 г. банковский сектор Республики Беларусь включает 24 действующих коммерческих банка, 3 банка находятся в процедуре ликвидации (ЗАО «Дельтабанк», ЗАО «Евробанк», ЗАО «БИТ-Банк»). Для анализа выполнения действующими банками нормативов ликвидности автором предлагается осуществить классификацию банков Республики Беларусь, основанную на форме их собственности (табл. 2).

В рамках предложенной классификации автором был проанализирован уровень выполнения действующими банками Беларуси нормативов ликвидности. Анализ динамики выполнения нормативов ликвидности белорусскими банками был проведен для оценки вероятности наступления риска нормативной ликвидности, а также общей оценки финансовой устойчивости банковских организаций.

В рамках проведенного исследования были рассмотрены актуальные значения норматива покрытия краткосрочной ликвидности в банковской системе Республики Беларусь (рис. 5).

¹⁴Об отдельных вопросах регулирования деятельности банков, небанковских кредитно-финансовых организаций и открытого акционерного общества «Банк развития Республики Беларусь» в 2021 году [Электронный ресурс] : постановление Правления Нац. банка Респ. Беларусь от 18 сент. 2020 г. № 298 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2020.

¹⁵Об утверждении Инструкции о нормативах безопасного функционирования для банков, открытого акционерного общества «Банк Развития Республики Беларусь» и небанковских кредитно-финансовых организаций [Электронный ресурс] : постановление Правления Нац. банка Респ. Беларусь от 28 сент. 2006 г. № 137 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2020 ; Об отдельных вопросах регулирования деятельности банков в 2020 году [Электронный ресурс] : постановление Правления Нац. банка Респ. Беларусь от 18 марта 2020 г. № 81 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2020 ; Об отдельных вопросах регулирования деятельности банков, небанковских кредитно-финансовых организаций и открытого акционерного общества «Банк развития Республики Беларусь» в 2021 году [Электронный ресурс] : постановление Правления Нац. банка Респ. Беларусь от 18 сент. 2020 г. № 298 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2020.

Величина покрытия ликвидности в целом действующими банками на 1 сентября 2020 г. составила 132,9 % при временно установленном нормативе не менее 80 %. Анализ динамики выполнения банками норматива покрытия ликвидности за рассматриваемый период (начало 2018 – август 2020 г.) показал стабильное его исполнение.

Таблица 2

Распределение банков по форме собственности

Table 2

Distribution of banks by form of ownership

№ п/п	Форма собственности банков	Банки
1	Банки с преобладающей долей (более 50 %) в уставном фонде государственных органов и юридических лиц, основанных на государственной форме собственности	ОАО «АСБ Беларусбанк» ОАО «Белгазпромбанк» ОАО «Белинвестбанк» ОАО «Банк Дабрабыт»
2	Банки с преобладающей долей в уставном фонде иностранного капитала	ОАО «БПС-Сбербанк» ОАО «Белгазпромбанк» ОАО «Банк БелВЭБ» «Приорбанк» ОАО ЗАО «Альфа-Банк» ЗАО Банк ВТБ (Беларусь) ОАО «БНБ-Банк» ЗАО «Идея Банк» ЗАО «ТК Банк» ЗАО «БСБ Банк» ЗАО «БТА Банк» «Франсабанк» ОАО ЗАО «Цептер Банк» ОАО «Паритетбанк» ЗАО «Банк “Решение”»
3	Банки, акционерами которых являются резиденты Республики Беларусь	ЗАО «МТБанк» ОАО «Технобанк» ЗАО «Абсолютбанк» ОАО «СтатусБанк»

Примечание. Составлено автором на основе данных официальных сайтов банков.

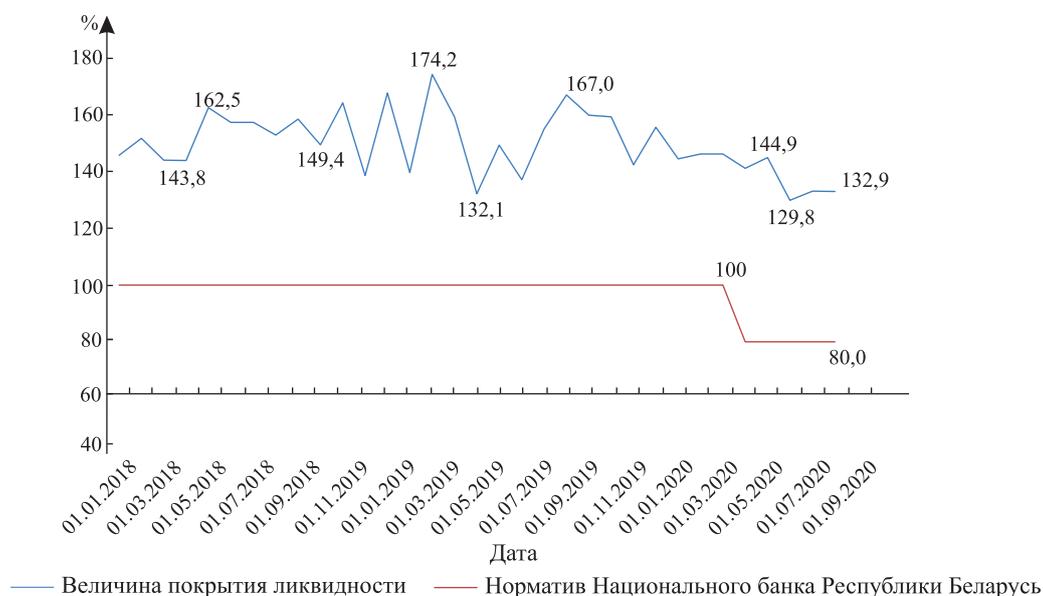


Рис. 5. Выполнение действующими банками норматива покрытия ликвидности в 2018–2020 гг.

Fig. 5. Overall compliance with the current banks liquidity coverage ratio in 2018–2020

Проведенный более детальный анализ выполнения каждой группой банков (на основе предложенной в табл. 2 классификации) нормативов ликвидности в текущем году в целях оценки устойчивости каждого отдельного банковского института показал стабильное превышение установленного минимального значения нормативов. Однако такой вывод нельзя распространить на отчетную дату – 1 сентября 2020 г. (табл. 3).

Для прояснения сложившейся ситуации уместно сделать несколько комментариев.

Во-первых, в соответствии с требованиями постановления Правления Национального банка Республики Беларусь от 11.01.2013 № 19 банк должен указывать на головной странице своего интернет-сайта ссылку на страницу, содержащую перечень информации, которая подлежит раскрытию, и размещать информацию о нормативах ликвидности, а именно их минимальное и максимальное значения за предыдущий месяц¹⁶.

Во-вторых, как уже отмечалось выше, начиная с 1 мая 2020 г. регулятором снижено минимальное значение показателя ликвидности до уровня 80 % в рамках принятых контрциклических мер.

Таким образом, сопоставление данных о фактических показателях, представленных в табл. 3, и понимание сути требований законодательства позволяет сделать вывод о том, что на 1 сентября 2020 г. банки имели определенные трудности с нормативной ликвидностью. Например, выделяются следующие факты:

- минимальное значение показателя покрытия ликвидности в течение предыдущего месяца было ниже 80 % у отдельных банков;
- большинство банков не раскрыли информацию должным образом, продемонстрировав только наибольшее значение показателя покрытия ликвидности и умолчав о его наименьшем значении.

В то же время отсутствуют факты, свидетельствующие о том, что банки испытывали проблемы с физической и (или) структурной ликвидностью, поскольку нет какой-либо негативной информации о неисполнении банками Республики Беларусь своих обязательств перед кредиторами и вкладчиками.

Для полной оценки выполнения нормативов ликвидности банками рассмотрим также актуальные значения норматива чистого стабильного фондирования в банковской системе Республики Беларусь (рис. 6).

Анализ выполнения норматива чистого стабильного фондирования в августе 2020 г. показал большее снижение его значения (–5,1 % в сравнении с предыдущим месяцем), в отличие от динамики норматива покрытия ликвидности (–0,1 %). При этом за весь рассматриваемый период норматив чистого стабильного фондирования находился выше минимально допустимого уровня в 100 %.

Величина норматива чистого стабильного фондирования в целом по действующим банкам на 1 сентября 2020 г. составила 119,7 % при установленном нормативе не менее 100 %. Проведенный анализ позволяет констатировать, что все банки выполняли требования к величине данного показателя (табл. 4).



Рис. 6. Выполнение норматива чистого стабильного фондирования в целом по действующим банкам

Fig. 6. Overall compliance with the net stable funding standard for existing banks

¹⁶Об утверждении инструкции о раскрытии информации о деятельности банка, открытого акционерного общества «Банк развития Республики Беларусь», небанковских кредитно-финансовой организации, банковской группы и банковского холдинга : постановление правления Нац. банка Респ. Беларусь от 11 янв. 2013 г. № 19 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2020.

Выполнение банками Республики Беларусь норматива покрытия ликвидности в 2020 г., %

Table 3

Implementation of the liquidity coverage standard by the banks of the Republic of Belarus in 2020, %

№ п/п	Банки	Дата											
		01.01	01.02.	01.03.	01.04.	01.05.	01.06.	01.07.	01.08.	01.09.			
1	ОАО «АСБ Беларусбанк»	178,4	130,2	150,4	113,9	144,3	132,0	116,0	137,0	132,7			
	ОАО «Белагропромбанк»	108,6	165,6	151,1	122,6	128,5	132,4	118,4	118,6	85,3–122,1			
	ОАО «Белинвестбанк»	163,8	134,7	142,6	236,3	174,7	152,3	144,5	150,2	126,8-184			
	ОАО «Банк Дабрабыт»	336,7	180,9	126,7	182,2	141,3	231,2	154,9	101,2	147,6			
	ОАО «БПС-Сбербанк»	143,0	147,7	138,9	211,7	130,9	163,1	139,4	146,1	177,4			
	ОАО «Белгазпромбанк»	147,3	131,2	115,3	140,3	126,2	152,5	81,3	115,7	131,8			
	ОАО «Банк БелВЭБ»	138,8	108,7	108,0	133,4	123,3	110,3	106,0	108,0	91,8–123,4			
	«Приорбанк» ОАО	156,6	152,4	177,7	219,5	178,0	185,7	192,5	169,3	121,6–160,4			
	ЗАО «Альфа-Банк»	219,2	201,7	209,7	166,6	144,3	160,3	262,6	150,2	125,2			
	ЗАО Банк ВТБ (Беларусь)	139,8	189,9	140,9	148,1	133,1	166,9	135,0	124,0	110,7-178			
2	ОАО «БНБ-Банк»	233,1	192,1	176,9	140,2	128,1	154,4	164,8	159,7	62,9–170			
	ЗАО «Идея Банк»	153,8	241,8	157,4	176,4	152,2	188,5	212,4	201,9	142,6–198,8			
	ЗАО «ТК Банк»	1362,2	1646,3	724,0	1192,3	575,6	413,3	928,9	452,9	146,1			
	ЗАО «БСБ Банк»	461,1	258,9	256,6	194,8	241,1	260,1	226,3	198,4	214,4			
	ЗАО «БТА Банк»	252,6	183,3	208,1	176,2	115,2	156,7	195,9	165,3	204,9			
	«Франсабанк» ОАО	280,4	227,8	208,2	265,9	155,9	289,7	206,3	188,8	193,8			
	ЗАО «Цептер Банк»	347,0	260,2	239,0	274,6	275,7	105,0	159,6	148,9	101,2			
	ОАО «Паритетбанк»	136,5	131,3	108,0	106,1	134,7	115,8	129,6	88,1	103,0			
	ЗАО «Банк «Решение»»	268,4	187,5	215,7	214,6	284,8	166,1	208,8	158,9	114,1			
	ЗАО «РРБ-Банк»	172,5	142,9	133,4	125,5	121,7	145,0	109,8	112,1	74–121,5			
3	ЗАО «МТБанк»	118,8	105,1	139,5	161,8	118,2	143,1	134,4	107,7	83,2–108,2			
	ОАО «Технобанк»	132,5	141,0	131,8	131,3	116,4	124,3	127,6	112,5	97,6			
	ЗАО «Абсолютбанк»	331,7	237,8	226,9	277,5	488,9	308,2	205,9	161,6	265,9			
Итого по банковской системе		305,7	208,5	305,5	591,8	527,0	228,4	472,5	169,3	237,9			
		155,6	144,4	146,1	146,1	141,1	144,9	129,8	133,0	132,9			

Примечание. Разработано автором на основе данных официальных сайтов банков.

Выполнение банками Республики Беларусь норматива чистого стабильного фондирования в 2020 г., %

Table 4

Compliance of banks of the Republic of Belarus with the net stable funding standard, %

№ п/п	Банки	Дата									
		01.01	01.02	01.03	01.04	01.05	01.06	01.07	01.08	01.09	
1	ОАО «АСБ Беларусбанк»	119,7	120,4	118,6	116,6	118,9	118,7	117,7	117,3	112,9	
	ОАО «Белгазпромбанк»	121,6	121,8	121,8	119,7	119,4	121,2	120,4	119,3	113,3–118,0	
	ОАО «Белинвестбанк»	148,6	137,5	137,5	144,5	143,0	139,8	141,3	138,0	133,6–138,7,0	
	ОАО «Банк Дабрабыт»	172,0	172,2	158,3	157,9	149,4	151,9	149,5	149,9	133,5	
	ОАО «БПС-Сбербанк»	141,2	137,8	143,2	144,4	135,3	138,7	136,4	143,6	131,2	
	ОАО «Белгазпромбанк»	129,0	123,3	123,1	126,7	124,0	136,2	112,3	107,3	101,1	
	ОАО «Банк БелВЭБ»	129,2	124,1	121,7	122,3	121,4	121,8	120,0	117,5	114,9–120,2	
	«Приорбанк» ОАО	147,7	148,0	150,2	149,7	150,3	154,8	157,3	150,8	142,1–154,2	
	ЗАО «Альфа-Банк»	172,2	174,7	175,5	175,4	165,1	168,7	178,5	172,5	158,9	
	ЗАО Банк ВТБ (Беларусь)	149,9	156,4	152,7	151,5	148,8	151,8	149,5	144,2	134,8-147,6	
2	ОАО «БНБ-Банк»	139,9	132,7	128,3	128,7	126,8	129,5	131,0	122,3	115,9–122,1	
	ЗАО «Идея Банк»	137,4	137,4	135,1	139,3	139,8	143,2	149,0	143,5	137,2–143,7	
	ЗАО «ТК Банк»	176,2	179,3	184,7	190,0	191,4	191,9	196,2	187,4	184,5	
	ЗАО «БСБ Банк»	184,9	172,1	175,0	170,7	173,7	176,6	181,7	171,4	161,2	
	ЗАО «БТА Банк»	148,6	140,9	135,9	131,2	126,6	133,1	143,5	136,6	124,0	
	«Франсабанк» ОАО	180,6	172,2	165,9	181,6	173,7	169,2	178,8	175,6	170,1	
	ЗАО «Цептер Банк»	157,6	150,5	151,3	144,2	133,8	132,0	128,7	128,6	121,5	
	ОАО «Паритетбанк»	138,7	135,9	135,8	128,4	135,8	121,1	126,9	122,6	117,4	
	ЗАО «Банк “Решение”»	132,3	127,6	126,8	125,7	134,7	136,5	139,1	122,8	116,6	
	ЗАО «РРБ-Банк»	147,7	141,8	134,2	131,0	122,3	132,2	116,9	119,1	100,3–119,9	
3	ЗАО «МТБанк»	130,3	129,2	135,4	131,7	132,9	137,1	137,0	133,1	120–132,7	
	ОАО «Технобанк»	132,1	130,8	129,0	122,1	129,2	130,5	129,7	123,4	117,0	
	ЗАО «Абсолютбанк»	340,5	323,0	282,2	333,7	358,7	278,8	188,5	214,3	211,0	
	ОАО «СтатусБанк»	236,1	218,8	197,8	196,4	183,3	180,3	188,2	189,8	187,3	
Итого по банковской системе		129,6	128,4	127,6	126,8	126,7	128,3	126,3	124,8	119,7	

Примечание. Разработано автором на основе данных официальных сайтов банков.

Заклучение

На основании проведенного исследования можно сделать ряд выводов.

1. Последствия шоков, имевших место в августе 2020 г., удалось смягчить к первой половине сентября.
2. Ажиотажный спрос на иностранную валюту со стороны населения и предприятий в течение августа 2020 г. сменился избытком предложения иностранной валюты на внутреннем валютном рынке. Данный фактор стабилизировал ситуацию, и в первой половине сентября 2020 г. темп девальвации белорусского рубля по отношению к трем основным валютам замедлился после его резкого ускорения в августе.
3. Избыточный спрос на иностранную валюту со стороны предприятий и населения в августе 2020 г. повлиял на осуществление Национальным банком Республики Беларусь рекордных за последние несколько лет объемов интервенций на внутреннем валютном рынке. В первой половине сентября 2020 г. ситуация на валютном рынке стабилизировалась.
4. Под влиянием напряженной социально-политической ситуации и общей неопределенности, а также девальвации белорусского рубля в августе 2020 г. произошел существенный отток срочных депозитов по банковскому сектору в целом, ускорившийся в середине августа. К началу сентября наблюдалось снижение темпов оттока срочных депозитов по всему банковскому сектору. Сдерживающими факторами стало ослабление спроса населения на иностранную валюту, преобладание в структуре срочных вкладов безотзывных депозитов, доля которых на 1 сентября 2020 г. составила 70,1 % в рублевых и 57,7 % в валютных срочных депозитах, а также возросший уровень ставок по привлечению средств в коротком сегменте вкладов.
5. На фоне дефицита рублевой ликвидности и роста стоимости привлечения ресурсов на финансовом рынке с конца августа 2020 г. наблюдалась тенденция к сокращению кредитования банками физических лиц практически по всем видам кредитных продуктов, за исключением выдачи отдельными банками кредитов в рамках открытых кредитных линий либо в части погашенной кредитной задолженности. Ограничения или полная приостановка выдачи кредитных ресурсов сохранились и в сентябре 2020 г. у большинства крупных банков.
6. Динамика ставок на межбанковском рынке и уровень ставок последних кредитных аукционов Национального банка Республики Беларусь подтверждают постепенную нормализацию ситуации с рублевой ликвидностью в банковском секторе.
7. Величина покрытия ликвидности в целом по действующим банкам на 1 сентября 2020 г. составила 132,9 % при установленном нормативе не менее 80 %.
8. Величина чистого стабильного фондирования по действующим банкам демонстрирует снижение (119,7 % по состоянию на 1 сентября 2020 г.), но при этом стабильно находится выше минимально допустимого уровня (100 %).
9. Нормативы ликвидности на 1 сентября 2020 г. выполнены всеми банками.
10. Результаты анализа подтверждают стабильное функционирование банков в условиях влияния на их деятельность негативных факторов: при остром дефиците рублевой ликвидности на финансовом рынке, повышенном спросе на иностранную валюту, снижении доверия со стороны населения к сбережению денежных средств в банках отсутствует какая-либо негативная информация о неисполнении банками своих обязательств перед кредиторами и вкладчиками. Сохранение устойчивого функционирования банковского сектора, по сути, в стрессовых условиях свидетельствует о надежности функционирования банковских организаций Республики Беларусь.
11. Применяемые банковским регулятором нормативы ликвидности являются эффективным инструментом обеспечения финансовой устойчивости банков и доказывают свою значимость использования для формирования условий своевременного и полного исполнения банками обязательств за счет достаточного запаса высоколиквидных необремененных активов как в обычных, так и в кризисных условиях функционирования. Используемый инструмент обеспечения финансовой устойчивости является адекватной мерой оценки достаточной потребности банков в ликвидности.

*Статья поступила в редакцию 09.10.2020.
Received by editorial board 09.10.2020.*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВОБОДНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. С. ГРОМОВА¹⁾, И. С. ПОЛОНИК²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

²⁾Белорусский национальный технологический университет,
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь

Рассмотрено влияние механизма регулирования деятельности особых экономических зон посредством предоставления различных льготных и преференциальных условий для инвестиционной привлекательности данных территорий и, как следствие, их инновационной деятельности. Разработан алгоритм анализа инвестиционной бизнес-привлекательности особых экономических зон, позволяющий оценить привлекательность этих территорий и сравнить их друг с другом.

Ключевые слова: свободные экономические зоны; особые экономические зоны; льготы и преференции; инвестиционная привлекательность; инновационная деятельность.

THE FREE ECONOMIC ZONES EFFECTIVENESS REGULATION ASSESSMENT IN THE REPUBLIC OF BELARUS

V. S. GROMOVA^a, I. S. PALONIK^b

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bBelarusian National Technical University, 65 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220013, Belarus

Corresponding author: V. S. Gromova (viktorygrom95@yandex.by)

The influence of special economic zones activities regulation mechanism on the their territories investment attractiveness and innovation activities by means of various privileges and preferences to them has been considered. The analysis algorithm of the special economic zones investment (business) attractiveness has been worked out allowing to estimate the attractiveness of any their type and to compare them.

Keywords: free economic zones; special economic zones; privileges and preferences; investment attractiveness; innovation activities.

Образец цитирования:

Громова ВС, Полоник ИС. Оценка эффективности регулирования свободных экономических зон Республики Беларусь. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* 2020;2:84–92 (на англ.).

For citation:

Gromova VS, Palonik IS. The free economic zones effectiveness regulation assessment in the Republic of Belarus. *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2020;2:84–92.

Авторы:

Виктория Сергеевна Громова – аспирант кафедры инноватики и предпринимательской деятельности экономического факультета. Научный руководитель – И. С. Полоник.
Ирина Степановна Полоник – кандидат экономических наук, доцент; доцент кафедры маркетинга факультета маркетинга, менеджмента, предпринимательства.

Authors:

Victoria S. Gromova, postgraduate student at the department of innovation and entrepreneurship activities, faculty of economics.
viktorygrom95@yandex.by
Irina S. Palonik, PhD (economics), docent; associate professor at the department of marketing, management and entrepreneurship, faculty of marketing, management and entrepreneurship.
polonik-irina@hotmail.com

The high competition in the world markets causes to solve the economic problems by creating, developing and introducing innovations. However, this process requires significant financial resources from the state as well as the capital investments from investors. In the situation of the state lacking significant financial support the favourable business conditions creation in special economic zones (SEZ) by allowing privileges and preferences should promote the investment inflow and hence the innovation activities expansion on the very territories and later on the territory of the whole country.

Two types of SEZ are presented in Belarus: techno-innovative (14 scientific-technological parks (technoparks), China – Belarus Industrial Park, Hi-Tech Park) and free economic zones (FEZ) (six zones).

As technopark we understand the subject of innovative infrastructure, promoting the entrepreneurship development in a scientific-technical sphere by creating favourable conditions including material, technical and information base. The technopark ensures the conditions for innovation process, beginning from developing the know-how up to the sample outputting and its sale¹.

The China – Belarus Industrial Park is the territory unit of Belarus with a special legal regime of FEZ, which main activities are establishing and developing the manufacture in electronics, biotechnology, fine chemistry, mechanical engineering, and new materials spheres².

The Hi-Tech Park is the part of the Republic of Belarus territory with a special legal regime created to develop the software as well as information-communication, other new and high technologies aimed at the national economy competitive capacity increase³.

The free economic zones of a functional type may be also created in Belarus that are formed according to the aims of their creation and by the character of the planned activities also the complex FEZ for achieving the objectives to carry out activities characteristic of various functional types FEZ⁴.

Depending on the economic regime of the SEZ, the range of privileges and preferences on these territories has been presented (table 1).

In comparison with other types of SEZ flexible tools of state support directly related to business incubation of small innovative enterprises have been introduced in relation to the technoparks. In particular, a mechanism has been created to reinvest up to 50 % of the tax liabilities of technoparks and their residents for the development of these parks and their residents.

Implementation of this mechanism provides for the technoparks and their residents contributing the part of their proceeds from selling goods (works, services), property rights as well as from the amount of gross profit equivalented to 50 % of the tax amount under a simplified system of taxation and income tax to extra-budgetary funds of innovative development formed by these technoparks (hereinafter – innovation development funds).

In order to avoid deterioration in the working conditions of technoparks and their residents for the period up to 2020 a partial exemption from income tax and from tax under a simplified system of taxation is provided amounted to the actual amount of funds transferred by them to innovation development funds.

Financial resources of innovation development fund could be used only for the purposes which are necessary for implementing activities by technopark in accordance with article 26 of the Law of the Republic of Belarus dated 10 July 2012 «On state innovation policy and innovation activities in the Republic of Belarus» as well as for:

- organising activities and developing the logistics base of technoparks. First of all the development of technoparks technological infrastructure will be achieved in this area including centers of collective use of scientific equipment, engineering centers, prototyping centers, etc.;
- financing innovative projects carried out by technoparks residents. The concentration of resources on innovative projects that commercialize the results of scientific and technological activities is expected in this area.

The procedure for using the financial resources of innovation development fund is determined by the technopark itself in coordination with the state body, governing the very technopark and by the State Committee for Science and Technology of the Republic of Belarus.

Technoparks are also given the opportunity to pursue flexible rental policies for their residents by applying an additional margin ranging from 0.1 to 1. The difference between the rental payments of the technopark resident and the rental payments of the technopark will be sent to the innovation development fund.

¹Innovative infrastructure of Belarus [Electronic resource]. URL: <http://www.technopark.by/files/topic11.pdf> (date of access: 25.11.2019).

²Указ Президента Республики Беларусь № 253 «О Китайско-Белорусском индустриальном парке» [Electronic resource]. URL: <https://www.sb.by/articles/ukaz-o-kitaysko-belorusском-industrialnom-parke.html> (дата обращения: 25.11.2019).

³Декрет Президента Республики Беларусь от 22 сентября 2005 г. № 12 «О Парке высоких технологий» [Electronic resource]. URL: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=Pd0500012> (дата обращения: 25.11.2019).

⁴Закон Республики Беларусь от 7 декабря 1998 г. № 213-3 «О свободных экономических зонах» [Electronic resource]. URL: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H19800213> (дата обращения: 25.11.2019).

Benefits and preferences in SEZ of the Republic of Belarus

Benefits	Republic of Belarus	Tax benefits		
		China – Belarus Industrial Park	Hi-Tech Park	Free economic zones
Term of the regime	–	Until 1 January 2062	Until 1 January 2049	Until 1 January 2049
Income tax	18 %	Exemption for 10 years from the date of announcement of gross profit, then (until 2062) – 50 % of the current rate	Profits received by foreign companies from residents of the Hi-Tech Park are exempted from taxation	Residents registered before 1 January 2012 are exempted for up to five years (from 1 January 2017 to 31 December 2021). Residents registered after 1 January 2012 are exempted for a period of 10 years from the date of announcement of gross profit. On the expiry of such a period, in both cases income tax is paid at a general rate reduced by 50 %, until the end of FEZ existence (2049)
Property tax	1 %	Exemption until 2062	<ul style="list-style-type: none"> • 1 % • Exemption, except for property rented by residents 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 % • Exemption for property acquired within three years of the date of registration as a resident, except for the rented property • Exemption for the whole period of FEZ existence, provided that the goods produced are either exported or sold to other residents of the FEZ
Land tax	Depending on the cadastral value of the land	Exemption until 2062	Exemption up to three years	Exemption for the period of construction and up to five years from the date of registration as a resident
Value-added tax (VAT)	<ul style="list-style-type: none"> • 20 % • 0 % on export of goods, including export to the EAEU countries • VAT deductions on sales of goods (works, services), property rights • VAT deductions on sales of goods (works, services), property rights 	<ul style="list-style-type: none"> • 20 % • 0 % on export of goods, including export to the EAEU countries • VAT deductions on sales of goods (works, services), property rights • refund in full from the national budget on taxes paid on the purchase (import) of goods (works, services), property rights for design, construction, equipment of park two facilities 	<ul style="list-style-type: none"> • 20 % • Exemption for the sale of goods and services by residents in the territory of the Republic of Belarus. Exemption of non-residents providing marketing, advertising, advisory and other services 	<ul style="list-style-type: none"> • 20 % • Exemption from VAT levied by customs authorities, provided that imported raw materials, equipment and spare parts were used under the free trade zone regime, and goods produced with their use are sold in the EAEU market (which implies the obligation to pay all customs duties on imported raw materials, equipment and spare parts)
VAT on purchase/sale/rent, financial lease of real estate, including land	20 %	Exemption from three payments	20 %	20 %

Continuation table 1

Benefits	Republic of Belarus	China – Belarus Industrial Park	Hi-Tech Park	Free economic zones
VAT in the case of provision of services (performance of work), property rights	20 %	Exemption from VAT in the case of provision of services (performance of works), property rights to the residents of the four industrial parks	20 %	20 %
Dividend tax	15 %	0 % for five years from the first calendar year in which dividends are accrued	0 %	15 %
<i>Customs privileges</i>				
VAT and customs duties on goods for the project	• 20 % (the amount of tax depends on the type of products (from 5 to 20 %))	0 % for equipment (spare parts) and raw materials is provided that they are not produced in the EAEU countries (produced in insufficient quantities or do not meet the technical specifications of the project) upon confirming by the Park's management	–	–
VAT and customs duties on raw materials and components for production	• 20 % (the amount of tax depends on the type of products (from 5 to 20 %))	0 % for export shipments outside the EAEU (free customs procedure)	Exemption from payment	Exemption from VAT levied by customs authorities, is provided that imported raw materials, equipment and spare parts were used under the free trade zone regime, and goods produced with their use are sold in the EAEU market (which implies the obligation to pay all customs duties on imported raw materials, equipment and spare parts)
VAT on raw materials, other materials and components for production	20 %	0 % for goods made from raw materials and materials imported from the EAEU countries	–	–
<i>Employee benefits</i>				
Personal income tax (employees)	13 %	9 %	9 %	13 %
Social protection fund contributions	• 35 % of employees' remuneration	• 0 % for foreign nationals • 35 % of the average country wage for citizens of the Republic of Belarus	• 35% of employees' remuneration • 35% of the average country wage for citizens of the Republic of Belarus	• 35 % of employees' remuneration

Benefits	Republic of Belarus	China – Belarus Industrial Park	Hi-Tech Park	Free economic zones
State fee for issuing a special permit for the right to work in the Republic of Belarus, to attract foreign labour	<ul style="list-style-type: none"> • about 70 US dollars for every foreign national • about 750 US dollars 	Exemption from payment	Exemption from payment	<ul style="list-style-type: none"> • Exemption from payment • About 750 US dollars
<i>Other benefits</i>				
Mandatory sale of earnings in foreign currency	30 %	N/a	N/a	N/a
Opening accounts in foreign banks	With the permission of the National Bank	Allowed	Allowed	With the permission of the National Bank
Deadlines for foreign trade operations	<ul style="list-style-type: none"> • exports – 180 days • imports – 90 days 	Unlimited	<ul style="list-style-type: none"> • Exports – 180 days • Imports – 90 days 	<ul style="list-style-type: none"> • Exports – 180 days • Imports – 90 days
Visa-free regime	5 days	180 days upon the request of the Park's management	Applicable for employees of residents of the Hi-Tech Park, including shareholders	5 days
Security guarantee mode	There are no specific rules	<ul style="list-style-type: none"> • Guarantee the immutability of the regime (10 years) • Administrative cases are only through the court • A moratorium on inspections (only in exceptional cases with the permission of the Park's management) 	There are no specific rules	There are no specific rules
Construction in accordance with foreign standards	Prohibited	Allowed	Prohibited	Prohibited
Parallel design and construction	Prohibited	Allowed	Prohibited	Prohibited
Compensation payments for harmful effects on wildlife and plant species during construction	Depending on the size and location of the land	Exemption	Depending on the size and location of the land	Depending on the size and location of the land

Note. Personal development according to the data of electronic resource⁵.

⁵Belarus: comparative study of industrial parks and special economic zones [Electronic resource]. URL: http://www.beroc.by/webroot/delivery/files/Rus_Belarus_Economic_Zones_EBRD_report_updated.pdf (date of access: 25.11.2019).

Technoparks and their residents are exempt from value-added tax as well as from import customs duties when importing into the Republic of Belarus technological equipment, components for the implementation of innovative projects within the framework of the state innovation development of the Republic of Belarus scheme.

These mechanisms use is aimed at introducing a system of support for technoparks and their residents under which the amount of benefits and subsidies is directly dependent on the effectiveness of their work and the freed up funds are directed for developing the innovative entrepreneurship [1].

Now consider the impact of various preferential regimes on the SEZ investment attractiveness in the Republic of Belarus.

Technoparks and free economic zones have been operating in the country for more than 20 years: the first technopark (science and technology park of BNTU «Polytechnic») was established in 1992 and in December 1996 the funds were allocated to the first FEZ «Brest» and its management staff was formed.

The China – Belarus Industrial Park is in the development stage: its establishment agreement was signed in October 2010. However, comparative calculations made by Uniter Investment Company experts show that due to the comprehensive preferential regime created in the Park the effectiveness of investment projects realisation is currently being assessed at the level of effectiveness of their implementation in the most favourable FEZ in other countries of EAEU and in Poland (table 2).

Table 2

Estimated internal rate of return of investment projects in the FEZ, %

Investment project	China – Belarus Industrial Park	Russia	Poland	Kazakhstan
Capital-intensive project	24.3	23.8	23.6	24.5
Medium investment level project	31.4	31.6	30.7	31.8
Energy-intensive project	29.4	29.5	28.8	29.7

Note. Personal development according to the data of electronic resource⁶.

The author has developed an algorithm to analyse the investment (business) attractiveness of special economic zones (fig. 1) allowing to assess the attractiveness of any type of SEZ as well as to compare them to each other. The presented methodology explores the main subjects providing the financial inflows from two ways: subjects who are ready to financially support production (partners, investors, residents) and subjects who are ready to acquire the result of production. The advantage of this methodology is the possibility to apply it at the macro-level while lacking financial data from companies and to guarantee the information security for resident companies.

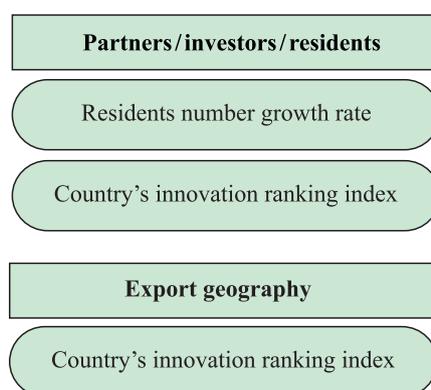


Fig. 1. Algorithm for analysing the investment (business) attractiveness of special economic zones (personal development according to the data of electronic resource⁷)

⁶Great Stone is waiting for Belarusian business [Electronic resource]. URL: <https://uniter.by/news/investment-attractiveness/in-the-great-stone-waiting-for-belarusian-business/> (date of access: 25.11.2019).

⁷The main indicators of the activities of residents of the free economic zones of the Republic of Belarus in 2017 [Electronic resource]. URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/statistika-malykh-territoriy/cvobodnye-ekonomicheskie-zony/godovye-dannye/osnovnye-pokazateli-deyatelnosti-rezidentov-svobodnykh-ekonomicheskikh-zon-respubliki-belarus/osnovnye-pokazateli-deyatelnosti-rezidentov-svobodnykh-ekonomicheskikh-zon-respubliki-belarus-v-2017/> (date of access: 11.02.2018).

The investment potential of FEZ and technologically innovative zones will be considered in terms of two indicators: growth rate of the number of registered residents and export to countries.

Number of registered residents. There is a positive dynamic growth of the resident’s number in high technology park (67.6) and in technoparks (3.9), but the dynamics of free economic zones is negative (–0.1) (fig. 2).

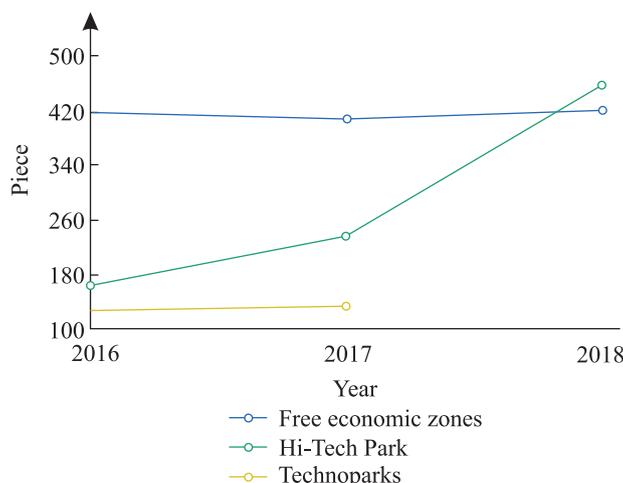


Fig. 2. Number of registered residents (personal development according to the data of electronic resource⁸)

Export geography. Goods (works, services) produced in the technopark and in the Hi-Tech Park are exported to the most innovative countries of the world in contrast to the goods produces in free economic zones (table 3).

Table 3

Exports of goods and services, in terms of countries

Country	Free economic zones		Country	Hi-Tech Park		Country	Homel Technology Park
	Share, %	Innovation ranking index		Share, %	Innovation ranking index		Innovation ranking index
Netherlands	0.8	4	United Kingdom	7.7	5	Saudi Arabia	68
United States	0.6	3	United States	43.1	3	United States	3
Germany	1.7	9	Germany	4.9	9	Hong Kong S. A. R	13
Latvia	0.7	34	Ireland	3.1	12	Italy	30
Poland	5.2	39	Israel	0.9	10	Taiwan	Among the top 10
Lithuania	3.4	38	South Korea	0.8	11	South Korea	11
Ukraine	9.5	47	Cyprus	20.3	28	Malaysia	35
Russia	67.4	46	Russia	4.7	46	Russia	46
Georgia	0.7	48	Azerbaijan	0.1	84	Lithuania	38
Kazakhstan	2.4	79				Poland	39

Note. Personal development according to the data of electronic resource⁹.

The analysis carried out shows that the techno-innovative type of SEZ is the most attractive for investors. This is caused by the best privileged and preferential regime.

⁸The results of High-technology park activities [Electronic resource]. URL: <http://www.park.by/cat-2/> (date of access: 11.02.2018).

⁹Policy options to reform free economic zones in Belarus [Electronic resource]. URL: <https://www.ebrd.com/news/publications/special-reports/belarus-comparative-research-on-industrial-parks-and-special-economic-zones.html> (date of access: 11.02.2018).

The higher indices of innovation activities are the result of the higher investment attractiveness.

In 2013–2018 the share of innovative products in the total volume of the dispatched ones in free economic zone was on a lower level than on the average in the country (18.6 % in 2018) and tended to decrease (fig. 3).

As to technoparks in 2012–2017 the increase in the innovative products share in the total volume of manufactured ones can be seen (fig. 4).

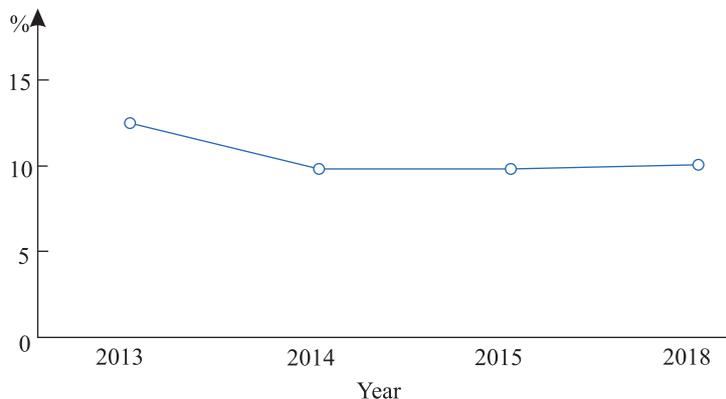


Fig. 3. The share of innovative products in the total volume of the dispatched ones (personal development according to the data of electronic resource¹⁰)

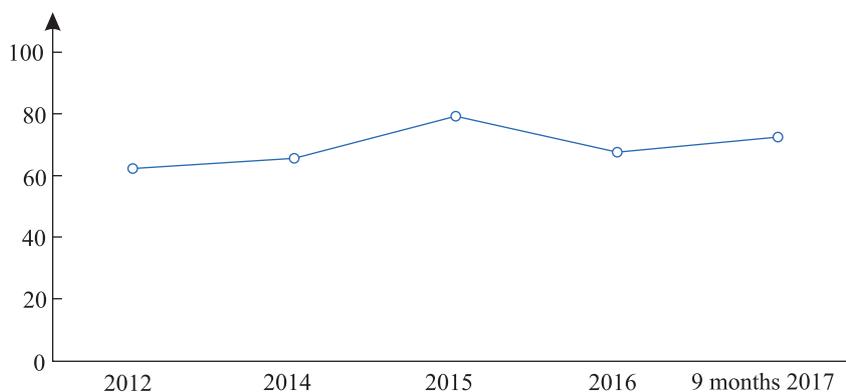


Fig. 4. The innovative products share in the total volume of manufactured ones (personal development based on [2])

The analysis of the FEZ and technoparks innovative activities results shows that technoparks are the most effective for the innovative economics.

The assessment of the SEZ investment-innovation potential shows the highest investment attractiveness of technoparks and hence their high innovation activities.

The decision to invest is made on the basis of the expected return which is formed on the basis of established business environment and lines of activities. In the Hi-Tech Park, technoparks and the China – Belarus Industrial Park the emphasis is made on developing advanced and innovative products and in contrast to FEZ comparable or even more attractive conditions are offered.

Investment incentives in the SEZ are mainly represented by reduced tax rates, but this method is not effective. Investors surveys show that tax benefits are less critical for the SEZ success. An incentive system should be developed to attract and support activities that meet the country policy priority directions. Non-tax incentives such as specialized services, good governance and high-quality infrastructure demonstrate more promising approach for attracting investors to the zones.

In the current situation there is an evident necessity to specify the rationale and to reorient the economic model of the SEZ in Belarus, taking into account the basic principles of building successful schemes at the international level, and also taking into account the national specifics. The SEZ needs to be seen as an integrated policy tool that should take into account a country's goals and priorities.

¹⁰Policy Options to Reform Free Economic Zones in Belarus [Electronic resource]. URL: <https://www.ebrd.com/news/publications/special-reports/belarus-comparative-research-on-industrial-parks-and-special-economic-zones.html> (date of access: 11.02.2018).

Библиографические ссылки

1. Шумилин АГ, редактор. *Субъекты инновационной инфраструктуры Республики Беларусь*. Минск: ГКНТ; 2018. 98 с. Опубликовано совместно с БелИСА.
2. Косовский АА, Мальчевский ЕС, Лях СИ. Инновационная инфраструктура Республики Беларусь: состояние, проблемы и пути повышения эффективности функционирования. *Новости науки и технологий*. 2017;4:26–34.

References

1. Shumilin AG, editor. *Sub'ekty innovatsionnoi infrastruktury Respubliki Belarus'* [Subjects of the innovative infrastructure of the Republic of Belarus]. Minsk: State Committee on Science and Technology of the Republic of Belarus; 2018. 98 p. Co-published by the Belarusian Institute of System Analysis and Information Support of Scientific and Technical Sphere. Russian.
2. Kosovskiy AA, Malchevskiy ES, Lyakh SI. Innovative infrastructure of the Republic of Belarus: state, problems and ways of increase the efficiency of functioning. *Novosti nauki i tekhnologii*. 2017;4:26–34. Russian.

*Статья поступила в редколлегию 21.09.2020.
Received by editorial board 21.09.2020.*

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ КЛАСТЕРЫ: ИСТОКИ ФОРМИРОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

С. Ф. КУГАН¹⁾

¹⁾*Брестский государственный технический университет,
ул. Московская, 267, 224017, г. Брест, Беларусь*

История создания кластеров тесно переплетена с историей развития логистики. Взаимодействие субъектов хозяйствования в рамках кластерных образований позволяет эффективнее использовать благоприятные конъюнктурные условия мировых рынков. Исследование научных работ по данной теме дало возможность представить генезис развития кластеров как совокупность факторов и условий формирования, имеющих уникальные характеристики на каждом историческом этапе. Это позволило дать классификационную характеристику понятия «логистический кластер», описать условия его формирования, участников и направления (специализации) развития. Логистический кластер, являясь сетевой формой взаимодействия предприятий и организаций, усиливает их конкурентные преимущества и смягчает негативные воздействия межстрановой конкуренции. Определение специализации территории и использование европейского опыта в части построения кластерных образований делают возможной реализацию интеграции субъектов хозяйствования регионов в рамках создания ресурсной и процессной синергии логистической системы.

Ключевые слова: логистическая система; кластер; сетевое взаимодействие; регион; территория.

LOGISTICS CLUSTERS: ORIGINS OF FORMATION AND DEVELOPMENT PROSPECTS

S. F. KUHAN^a

^a*Brest State Technical University, 267 Maskoŭskaja Street, Brest 224017, Belarus*

The history of the creation of clusters is closely intertwined with the history of the development of logistics. The interaction of business entities within the framework of cluster formations allows more efficient use of favorable market conditions in world markets. A study of scientific papers on this topic made it possible to present the genesis of cluster development as a combination of factors and formation conditions having unique characteristics at each historical stage. This made it possible to give a classification characterisation of the concept of «logistics cluster», to describe the conditions for its formation, participants and development directions (specialisation). The logistics cluster, as a network form of interaction between enterprises and organisations, enhances their competitive advantages and mitigates the negative effects of cross-country competition. The determination of the specialisation of the territory and the use of European experience in building cluster entities make it possible to integrate regional business entities in the framework of creating resource and process synergies of the logistics system.

Keywords: logistic system; cluster; network interaction; region; territory.

Образец цитирования:

Куган СФ. Логистические кластеры: истоки формирования и перспективы развития. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* 2020;2:93–101 (на англ.).

For citation:

Kuhan SF. Logistic clusters: origins of formation and development prospects. *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2020;2:93–101.

Автор:

Светлана Федоровна Куган – кандидат экономических наук, доцент; заместитель декана экономического факультета.

Author:

Sviatlana F. Kuhan, PhD (economics), docent; deputy dean of the faculty of economics.
sfkugan@mail.ru

The implementation of the most countries strategies in the field of cluster policy has revealed one undoubted nuance: they all differ according to their national traditions and the culture of the cluster formation process. The advantages, disadvantages and opportunities for developing such networked forms of counterparty interaction are examined in sufficient detail by O. A. Freidman [1], G. A. Yasheva [2] and other researchers in a number of publications devoted to this problem.

In most cases, subjective recommendations are based on the individual experience of the developer in organising clusters, in particular logistics [2–4]. This situation is connected with the relative novelty of the analysed problem in domestic economic science and with the fact that the formation of regional clusters is limited by the level of the economy and their narrow geography.

Considering the history of the development of clusters, it should be noted that the first cluster theory, as well as the definition of the concept of cluster were developed and applied by M. Porter in the study of competitiveness problems. «Clusters are geographic concentrations of interconnected companies or institutions that manufacture products or deliver services to a particular field or industry» [5, p. 78]. Closely related to this point of view, the following definition of a cluster is «a territorial-sectoral voluntary association of structures that works closely with scientific institutions and authorities in order to increase the competitiveness of products and the region's economic growth» [6, p. 5]. Similarly, the content will be the definition of «clusters of firms as a group of companies located nearby. In some cases, such concentrations form groups of companies that belong to the same industry» [7, p. 7]. It should be noted that the common characteristic features, in addition to mentioned, include the presence of research universities, entities primarily from small private companies as well as an experience of their employees in various organisations of the relevant industry.

M. Porter also notes that the boundaries of clusters are wider than the industry, because include related industries and cover a significant number of various types of entrepreneurial structures that are important for competition. In addition, «...many clusters include government bodies and other institutions – such as universities, standardisation centres, trade associations that provide education, specialised retraining, information, research and technical support» [5, p. 79].

Representing the composition of the main participants in the clusters, M. Porter defined them as «a group of independent and informally related companies and institutions, representing a reliable organisational form that offers advantages in efficiency and flexibility» [8]. However, it is necessary to take into account the fact that with the expansion of the knowledge-based economy, the active presence of participants from higher education, research organisations and the state is increasingly seen as a decisive factor for the development of clusters. Moreover, clusters are understood as regional innovation systems. According to this theory, the development of regions is subject to the laws of cluster development – system formations that have a group of closely specialised businesses that rely on the business and form the central core of the territory specialisation. Competitive clusters help cities, regions and countries to carry out rational interaction of business entities and meet the socio-economic problems of globalisation.

The American researcher V. Price wrote that «the creation of clusters and the introduction of a cluster model of organisational behaviour is a way to restore trust between government and business and transform isolated firms into an entrepreneurial community» [9, p. 3]. In other words, a cluster is a concentration of the most effective and interrelated types of economic activity, i. e. the set of successfully competing firms that form the «golden section» of the entire economic system of the state, providing competitive positions in the industry, national and world markets [10].

The evolution of this category in logistics should be considered from the point of view of continuity, variability and adaptability to the economic system within which clusters get their development.

The study of the authors reasoning in the field of cluster interaction [1; 9–16] allowed us to conditionally distinguish three periods of the logistics clusters development (see fig. 1):

- 1) practical development period (1990–2000s);
- 2) the network period (2000s–2010);
- 3) system period (2010s – nowadays).

Periods differ in cluster approaches. The structure of the logistics cluster developed at the University of Augsburg (Germany) is of particular interest. A good example of practical development is the creation of cargo nodes, which are clusters of the first (lower) level of this structure.

The hub may include simple storage space for trading companies, production and distribution networks. In principle, a cargo hub is a place, where goods change the mode of transport in the transport chain, which happens by prior arrangement or will happen later with subsequent storage of the cargo [16]. The first distribution centre based on the logistics cluster model was built in Bremen (Germany) in 1985.

The system period is characterised by the identification of the network essence of clusters. This was facilitated by the large-scale cluster mapping carried out in the USA and the EU, expanding the idea of clusters, the conditions for their creation, existence and place in the economy. Further development of logistics clusters is

based on the concept of a freight transport centre, which plays a major role in optimising intermodal transport. Their formation has led to a decrease in total transportation costs, a reduction in the time of delivery of goods to consumers, decrease in stocks, and shift in the part of cargo flows from road to rail. An example of such a transformation can be considered organisation Europlatforms, which is the European Association «Freight village». In these transport centres (second-level cluster), the relations between transport companies, logistics companies and companies with transport needs are regulated. At this level, network processes arise.

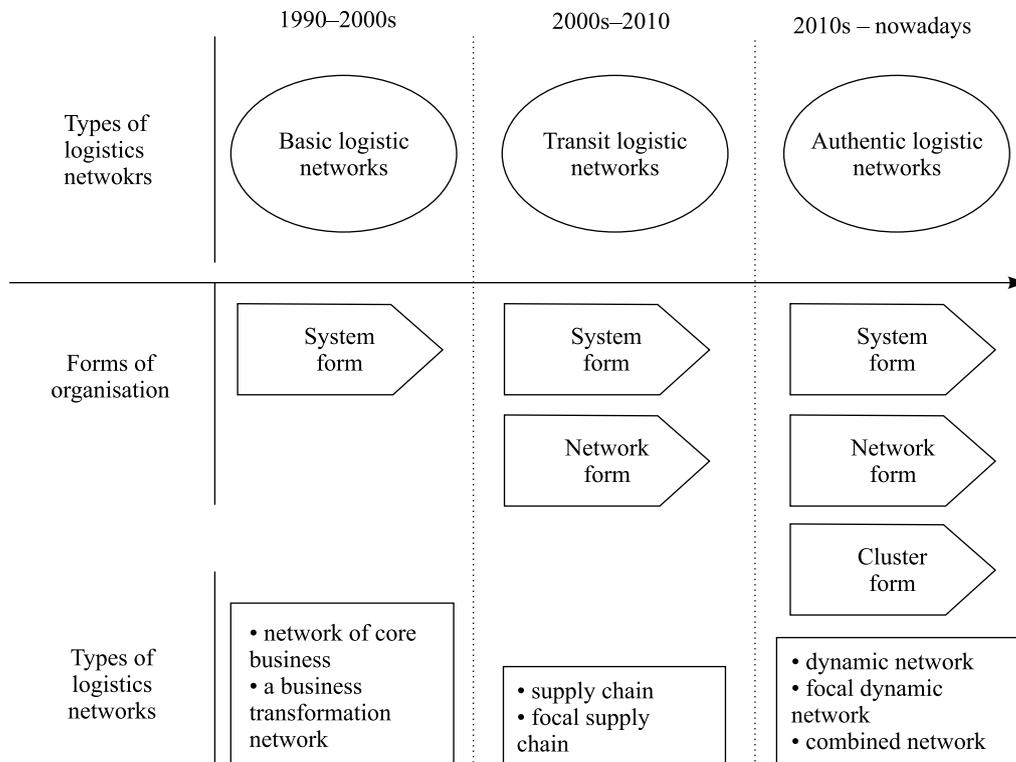


Fig. 1. The evolution of organisational forms of logistics networks.

Source: the author's own research results

A number of papers [1; 12] noted the fact that researchers do not distinguish between the terms «cluster» and «network». However, the two terms must be separated. Networks are characterised by interconnections and cooperation between individual companies and can be created at the national and international levels. Clusters are a regional phenomenon, and they are based on cooperation and competition. A network at the regional level can be part of a cluster (but not necessarily), in which case the cluster can be classified as «network type clusters». Clusters can have subnets, within which so called actors (an actor is an acting entity), an individual, a social group, organisation, institution or people community perform actions directed at others [17, p. 21].

Based on this logic, the consideration of the cluster as the main form of network organisation of intercompany interaction in the region is not entirely correct, the main cluster characteristics are missed, essence of a cluster is revealed through the interconnections of its member organisations, whose activities are value chains. So, clusters are organised as a system of flows, a system of supply chains.

The third-level cluster can be considered a logistics agglomeration, which is a regional concentration of logistics companies, specialised suppliers, service providers and associations, relevant educational institutions and research institutions [14]. Clusters of the third level include the network of transport and logistics clusters (TLC) formed in the European Union (EU) (fig. 2) consisting of 80 structural units.

The main component of multimodal logistics agglomeration is a freight transportation center. At the top of this multi-level system is a logistics cluster, which is a regional agglomeration of logistics companies, logistics industries, specialised suppliers, and service providers organised in multidimensional networks [13].

In general, logistics clusters are similar to economic clusters, combining the features of logistics systems and economic clusters, obeying the general principles of functioning and development of complex organisational systems. Because of this, the logistics cluster is a specially organised logistics system – the concentration of logistics activity, which is shown by groups of firms and organisations aimed at organisational, structural, and organisational and analytical improvement of flow processes and flow functions of any content in the logistics cycle [18].

The structure of the logistics cluster, as a rule, is formed by organisations and enterprises connected by uniform material, information and financial flows. «A logistics cluster is a sustainable interaction of independent geographically concentrated market entities that implement logistics functions, the efforts of which are aimed at maintaining a full cycle of main and associated flows and through optimisation of resources from source suppliers to final consumers» [19, p. 78]. However, some features of this definition can be attributed only to the logistics cluster.

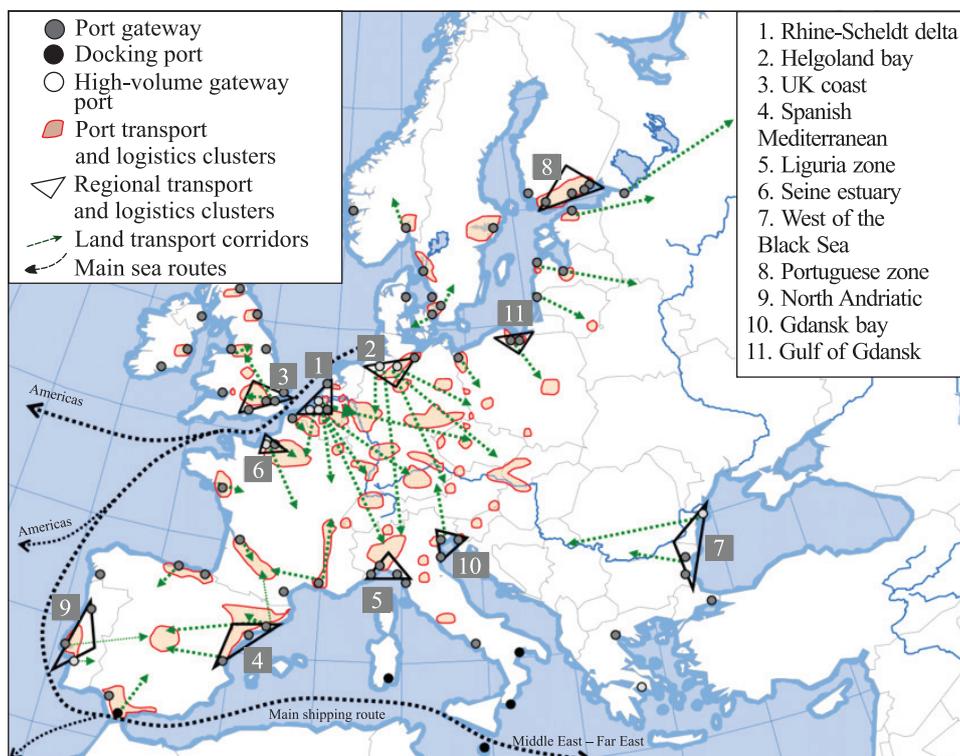


Fig. 2. European network of transport and logistic clusters: the interaction of port and intercontinental clusters. Source: [15, p. 73]

The classification presented in [12] covers almost the entire spectrum of features by which clusters in the economy can be systematised, but it does not always reflect the presence of a logistic component.

Typically, classification of logistics clusters contains the following groups: displays form (transport, customs, industrial and innovative logistics), a number of serviced economic clusters (monologicistic, duologicistic and heterologicistic clusters), signs of territorial positioning (port, regional, border), functional attribute (areas of operating activities and the number of logistics operations and functions implemented by enterprises and organisations of the cluster).

In some researches [20] the concept of «logistics cluster» is considered as applied to a certain type of activity. In the region clustering, i. e. in the logistic integration of territories and business sectors, the development of transport infrastructure is crucial. Infrastructure, as a rule, has a multiplier effect, in other words, investments in this area have a stimulating effect on the development of production and employment in other industries.

The logistics cluster often manifests itself in the form of a transport and logistics cluster, the main purpose of which is to develop transport infrastructure and improve transport services. A cluster of this type cannot be capable without concentration centres of freight flows, freight forwarding, repair and service enterprises, insurance companies, institutions that form the scientific and personnel basis of the cluster and other functional structures.

In the theory and practice of logistics, there are two concepts: «logistics cluster» and «transport and logistics cluster». Analysing the research of domestic and foreign scientists in the field of logistics clusters [20–22], it should be noted that most of them use the term «transport and logistics cluster». Clusters of this type are associated with transit flows and they are located in the regions, through which international transit corridors pass.

Transport and logistics clusters include complex infernal infrastructure, companies specialising in delivering of goods and passengers, companies specialising in the river, land, air transportation, logistics complexes.

The transport and logistics cluster combines regionally, functionally and economically interconnected logistics links: international transport corridors, transport hubs, transport and distribution logistics centres, regional and local routes into a single transportation process system that can provide high-quality logistics service to internal or external consumers minimising overall logistics costs at the same time.

Of course, logistics or transport-logistics clusters, being sources of achieving competitive advantages better use important business links, complementarily of its industry, the dissemination of technology, information, etc., than other industries. This is due to the fact that the most participants do not directly compete with each other, but simply serve different segments of the industry. The organisation of such groups of companies allows us to identify favourable opportunities for coordination and mutual cooperation in the spheres of common interests.

Connections between organisations in a cluster can be of a different nature. They include relations between the main company and suppliers, between the suppliers themselves, interaction with suppliers of equipment and specialised services, between companies, universities and research institutes in the framework of cooperation in the implementation of common R&D and educational programs. Contacts between small and medium-sized companies can also be associated with the coordination of their efforts to collectively promote goods and services to existing and new markets [23].

So the integration and coordination management of mentioned economic facilities, united by a commonality of material and accompanying flows, allows obtaining a synergistic effect both in the economic and social spheres. By synthesising the logistic and clustered approaches to management in logistic systems, we can get the highest positive effect in the economic and social spheres of each region.

A unique foundation of national policy in many European countries is the policy of cluster development. The formation of logistics clusters in the system of international transport corridors, their further development in border regions increase the transit potential of any country in the global system of Euro-Asian international transport corridors.

The European network of transport and logistics clusters (TLC) is a three-level hierarchy [15]:

- 1) port TLC;
- 2) border TLC;
- 3) territorial (regional) TLC.

Port TLCs are formed on the basis of seaports and they mainly operate in cargo sector. At the same time, passenger seaports, where they exist, can be components TLCs'ports.

Today river ports, due to the general decrease of the inland waterways and river transport, are not the basis for the cluster formation, but they can be an important part of territorial TLCs. The exception is ports located on inland waterways, but accessible to sea vessels (e. g., ports in the lower reaches of rivers), that is, functionally being sea ports.

Border and regional TLCs can be combined into the category of intercontinental TLCs. Border TLCs are formed on the basis of transport hubs at the intersections of large international transport corridors with state borders. As a rule, they have a cargo specialisation. Historically, clusters of this type developed on the basis of railway border crossings. However, at present, in many TLCs truck operations are commensurate with railway ones, or even surpass them.

Regional TLCs are formed on the basis of transport systems of medium and large cities, as well as urban agglomerations, where the city is integrated with suburbs and other closely located settlements. In the regional clusters there are passenger and cargo sectors. These two sectors share a common infrastructure. At the same time, each sector has own specialised infrastructure. In particular, the main differences between regional transport and logistics clusters from urban transport systems (complexes) can be distinguished:

1) clusters does not include the entire transport system, but only those firms, which are in close relation to each other;

2) a cluster can include not only transport companies, but also enterprises of other local infrastructure sectors that are integrated into it, e. g., transport service institutions (gas station networks, traction substations), vocational education institutions (for training and retraining personnel for the cluster), research and development organisations in the field of transport, logistics companies, etc.

At one or another stage of development regional TLCs can be found in any large city. With a minimum level of development, they serve the needs for freight transportation and population mobility only within the territory of the city itself (urban agglomeration). These are clusters based on urban transport systems.

A study of scientific sources [22; 24; 25] and the practice of organising clusters showed that significant differences are determined by the national and regional characteristics of the economies of countries, caused by the specialisation of regions.

A very interesting study on the cluster analysis of economics (cluster mapping project) was conducted by the Institute of Strategy and Competitiveness at Harvard University, led by M. Porter.

In this project, all sectors of the economy, followed by the clusters and presented in the Standard industrial classification code (hereinafter – SIC code) are divided into three categories: local, resource dependency and merchandising. M. Porter observed that the diversity of clusters, and not the diversity of industries, is the best indicator of diversification of the economy. Mutually overlapping clusters form a stronger economy than a set of unconnected clusters [4].

It should be noted that transport and logistics are classified in this study as a trading cluster (transportation and logistics), while water transport (NED water transport) is classified as resource-dependent clusters, local logistical services, local motor vehicle products and services to the local clusters group of the US economy.

The principles and factors affecting the organisation and functioning of regional logistics clusters, as well as the positioning of the functional cycle of order execution within the organisational framework of global cluster cooperation and its impact on increasing their competitiveness, have been studied by many national and foreign scientists [1; 10; 15; 16].

Factors determining the functioning and development of cluster formations are presented in the table.

Factors of logistics clusters environment formation

Factors' types	Scope
The ability to enter foreign markets	Assessment of barriers to entry Market share Customs barriers
Competition	Assessment of the competition level in the industry and foreign market
Infrastructure	The level of the networks of highways, railways, river or seaports, airports The level of storage facilities ICT level Accessibility and cost of electricity connection and utilities The existence of specialised suppliers, that is, software developers for logistics
Financial resources	Availability of financing (public, private) Availability of loans and their interest rates
Human resources	The skill level of employees The number of colleges and universities graduates in the required specialties The existence of specialised educational institutions that offer special courses and training related to transport industry
Administrative regulation	The existence of free economic zones, specialised technology parks and other institutions Assessment of administrative barriers
Investments	Customs and taxes benefits and advantages Investing in the industry

Source: the author own research results.

The study of formation factors allows us to identify the most important and typical for both foreign and national logistics clusters features:

- territorial concentration;
- interaction of manufacturing, transport companies, educational institutions, and others specialising in certain spheres of the economy of this territory;
- active participation of regional and local authorities.

A certain impact on the formation and development of cluster formations have:

- 1) the most economically active organisations, which include small and medium-sized firms, which form a skeleton diagram of the cluster interaction;
- 2) companies that make up the logistics infrastructure and determine the basis of the economic interconnections of the regions, taking into account the geographical features of the country's territories.

It should be noted that the successful functioning of the logistics cluster requires the following additional factors:

- demand;
- auxiliary industries;
- type of structure (horizontal, vertical connections);
- innovative activity.

Demand factors are formed on the basis of the requirements of specific logistics services actors, while individual participants can specialise and develop innovative products to meet this demand. The presence of related and ancillary industries plays a central role in the success of logistics clusters. Forwarders, infrastructure operators, as well as service providers are very dependent on each other [13].

The cluster infrastructure is based on the principle of voluntariness of the totality of material and elements of the logistic system such as flows of material, resources, investments and service, information, with the aim to meet needs, from raw materials, fuel, materials to delivery of finished products to the final consumer. At the same time, the logistics chain management concept is focused on «end-to-end» resource optimisation along its entire length – from source suppliers to final users. In this case, common priorities are shifted from disparate flow management in the organisational framework of each individual participant to active innovative and cluster cooperation with inter-functional and inter-organisational coordination based on a logistic approach.

Innovative activity and cooperation are an indispensable feature of cluster structures. Principally the cooperation of cluster members is their logistic integration. The cluster, as a logistics system, unites all participants in the logistics chain on the path to creating value from suppliers of raw materials to sellers of finished products to final consumers. At the same time, the cluster solves the problems of streamline process optimisation and efficiency increase due to the synergy of not a single participant, but the system as a whole. Innovative activity is a potential advantage of clusters that play a major role in accelerating the process of innovation within their organisational form. The enterprises and organisations included in the cluster are more acutely aware of the trends in consumer demand; they are responding promptly to them due to innovative complementarity that brings competitive advantages. The implementation of the tasks of forming logistics clusters contributes to increasing the competitive potential of cluster organisations and the territory as a whole, creating resource and process synergies of the logistics system.

The use of European experience is necessary to develop a strategy for the formation of logistics clusters in the Republic of Belarus. In the author's opinion, the following conditions are necessary for its implementation:

- 1) the statement of purpose;
- 2) assessment of the logistics potential;
- 3) phased creation of the prerequisites for logistics clusters formation;
- 4) monitoring the state of the logistics clusters development;
- 5) mechanism for the implementation of priority of national, sectoral, regional directions for the development of transport and logistics clusters.

The development of clusters is an important direction in the formation of the regional logistics system, therefore, their creation is viewed as a synergy of international flows and industrial innovative complexes that manufacture and process high value-added products in high demand, including export.

Библиографические ссылки

1. Фрейдман ОА. *Анализ логистического потенциала региона*. Иркутск: ИргУПС; 2013. 164 с.
2. Яшева ГА. Кластерный подход в инновационном развитии экономики: концептуальные основы и направления. *Економічний вісник університету*. 2016;29(1):46–56.
3. Enright MJ, Flowes-Williams I. Enhancing the competitiveness of SMEs in the global economy: strategies and policies. Workshop 2. Local partnership, clusters and SME globalization. Organisation for economic co-operation and development. *Conference for Ministers responsible for SMEs and Industry Ministers; 2000 June 14–15; Bologna, Italy* [Internet]. Paris: OCDE; 2000 [cited 2018 May 4]. Available from: <http://www.oecd.org/cfe/smes/2010888.pdf>.
4. Porter ME. *Knowledge-based clusters and national competitive advantage*. Ottawa: Technopolis; 1997.
5. Pfohl H-Ch. *Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlagen*. Berlin: Springer; 1990. 232 S.
6. Войнаренко МП. Кластерные модели объединения предприятий в Украине. *Экономическое возрождение России*. 2007;2(12):75–86.
7. Дыбская ВВ, Зайцев ЕИ, Сергеев ВИ, Стерлигова АН. *Логистика*. Москва: Эксмо; 2008. 944 с. (Полный курс MBA).
8. Porter ME. Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*. 1998;November–December:77–90.
9. Вольфганг П. Человеческое поведение: фактор в прикладной экономике. *Перспективные исследования*. 1999;2:3–16.
10. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. *Транспорт и связь в Республике Беларусь*. Минск: Национальный статистический комитет; 2018. 114 с.
11. Шанский НМ, редактор. *Этимологический словарь русского языка*. Москва: Издательство МГУ; 1982. 470 с.

12. Евтодиева ТЕ. *Развитие форм организации логистики: теория и методология* [автореферат диссертации]. Самара: Самарский государственный экономический университет; 2012. 48 с.
13. Колодин ВС. *Логистическая инфраструктура регионального товарного рынка*. Иркутск: ИГЭА; 1999. 245 с.
14. Кузнецова НП. Логистический потенциал как фактор инновационного развития региона. *Вестник ОрелГИЭТ*. 2012;1(19):73–80.
15. Смирнов ИГ. Процессы транспортно-логистической кластеризации в Европейском союзе и Украина: региональный аспект. *Псковский региологический журнал*. 2013;15:66–75.
16. LaLonde BJ, Dawson ML. Pioneers in Distribution. *Transportation and distribution management*. 1969;June:58–60.
17. Сток ДжР, Ламберт ДМ. *Стратегическое управление логистикой*. Егоров ВН, переводчик. Москва: ИНФРА-М; 2005. 797 с.
18. Шишков ЮВ. *Интеграционные процессы на пороге XXI века. Почему не интегрируются страны СНГ*. Москва: III тысячелетие; 2001. 480 с.
19. Евтодиева ТЕ. Логистические кластеры: сущность и виды. *Экономические науки*. 2011;4(77):78–81.
20. Евтодиева ТЕ. *Характерные особенности организации форм логистики в условиях неэкономии*. Самара: Издательство Самарского государственного экономического университета; 2011. 168 с.
21. Гриценко СИ. О развитии транспортно-логистических кластеров в Украине. *Российское предпринимательство*. 2008;5:134–137.
22. Чернявская ЕМ. *Европейские международные транспортные коридоры в контексте экономических интересов Российской Федерации* [автореферат диссертации]. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет; 2017. 21 с.
23. Мате Э, Тиксье Д. *Материально-техническое обеспечение деятельности*. 2-е издание. Островская ЕП, Загашвили ВС, переводчики. Москва: Прогресс; 1993. 158 с. Совместно с издательством «Универс».
24. Миротин ЛБ, Ташбаев БЭ. *Системный анализ в логистике*. Москва: Экзамен; 2004. 480 с.
25. Уваров СА. *Управление логистической инфраструктурой: проблемы становления и развития* [Интернет]. 2016 [протитировано 16 ноября 2020 г.]. Доступно по: yuzhno-sakh.ru/files/prodresyrs/logist/doklad__2_yvarov.doc.

References

1. Freidman OA. *Analiz logisticheskogo potentsiala regiona* [An analysis of the logistic potential of a region]. Irkutsk: Irkutsk State Transport University; 2013. 164 p. Russian.
2. Yasheva GA. Cluster approach in innovation development of economic: conceptual bases and directions of realization. *University Economic Bulletin*. 2016;2(91):46–56. Russian.
3. Enright MJ, Flowes-Williams I. Enhancing the competitiveness of SMEs in the global economy: strategies and policies. Workshop 2. Local partnership, clusters and SME globalization. Organisation for economic co-operation and development. *Conference for Ministers responsible for SMEs and Industry Ministers; 2000 June 14–15; Bologna, Italy* [Internet]. Paris: OCDE; 2000 [cited 2018 May 4]. Available from: <http://www.oecd.org/cfe/smes/2010888.pdf>.
4. Porter ME. *Knowledge-based clusters and national competitive advantage*. Ottawa: Technopolis; 1997. English.
5. Pfohl H-Ch. *Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlagen*. Berlin: Springer; 1990. 232 S.
6. Voinarenko MP. Cluster models of business combination in Ukraine. *Economic revival of Russia*. 2007;2(12):75–86. Russian.
7. Dybskaya VV, Zaitsev EI, Sergeev VI, Sterligova AN. *Logistika* [Logistics]. Sergeev VI, editor. Moscow: Eksmo; 2008. 944 p. Russian. (Full MBA course).
8. Porter M. Clusters and the New Economics of Competition. In: *Harvard Business Review*. 1998;November–December:77–90.
9. Wolfgang P. Human behavior: a factor in applied economics. *Prospective studies*. 1999;2:3–16.
10. National Statistical Committee of the Republic of Belarus. *Transport i svyaz v Respublike Belarus* [Transport and communications in the Republic of Belarus]. Minsk: Natsionalnyi statisticheskii komitet; 2018. 114 p. Russian.
11. Shansky NM, editor. *Etimologicheskii slovar russkogo yazyka* [Etymological dictionary of the Russian language]. Moscow: Izdatelstvo MGU; 1982. 470 p. Russian.
12. Evtodieva TE. *Razvitie form organizatsii logistiki: teoriya i metodologiya* [Development of forms of logistics organization: theory and methodology [dissertation abstract]. Samara State Economic University: Samara; 2012. 48 p. Russian.
13. Kolodin VS. *Logisticheskaya infrastruktura regionalnogo tovarnogo rynka* [Logistic infrastructure of the regional commodity market]. Irkutsk: ISEA; 1999. 245 p. Russian.
14. Kuznetsova NP. [Logistic potential as a factor in the innovative development of the region]. *Vestnik OrelGIET*. 2012;1(19):73–80. Russian.
15. Smirnov IG. [Processes of transport and logistics clustering in the European Union and Ukraine: regional aspect]. *Pskovskii regionologicheskii zhurnal*. 2013;15:66–75. Russian.
16. LaLonde BJ, Dawson ML. Pioneers in Distribution. *Transportation and distribution management*. 1969;June:58–60
17. Stock JR, Lambert DM. *Strategic Logistics Management*. 3rd edition. Boston: Irwin; 1993. 862 p. Russian edition: Сток ДжР, Ламберт ДМ. *Стратегическое управление логистикой*. Егоров ВН, translator. Moscow: INFRA-M; 2005. 797 p.
18. Shishkov YV. *Integratsionnye protsessy na poroge XXI veka. Pochemu ne integriruyutsya strany SNG* [Integration processes on the threshold of the 21st century. Why dont CIS countries integrate]. Moscow: III millennium; 2001. 480 p. Russian.
19. Evtodieva TE. [Logistic clusters: essence and types]. *Economic sciences*. 2011;4(77):78–81. Russian.
20. Evtodieva TE. *Kharakternye osobennosti organizatsii form logistiki v usloviyakh neoekonomiki* [Characteristic features of the forms of organization in logistics in the context of neo-economics: monograph]. Samara: Izdatelstvo Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta; 2011. 168 p. Russian.
21. Gritsenko SI. [About development of transport and logistics clusters in Ukraine]. *Rossiiskoe predprinimatelstvo*. 2008;5:134–137. Russian.

22. Chernyavskaya EM. *Evropeiskie mezhdunarodnye transportnye koridory v kontekste ekonomicheskikh interesov Rossiiskoi Federatsii* [European international transport corridors in the context of the economic interests of Russian Federation [dissertation abstract]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University; 2017. 21 p. Russian.
23. Mate E, Tixier D. *La Logistique*. France: La Bouquinerie à Dédé; 1987. 127 p.
Russian edition: Mate E, Tixier D. *Material and technical support of the activity*. Ostrovskaya EP, Zagashvili VS, translators. 2nd edition. Moscow: Progress. 1993. 158 p. Co-published by «Universe».
24. Mirotin LB, Tashbaev SE. *Sistemnyi analiz v logistike* [System analysis in logistics]. Moscow: Ekzamen; 2004. 480 p. Russian.
25. Uvarov SA. [Management of the logistics infrastructure: problems of formation and development] [Internet]. 2016 [cited 2020 October 16]. Available from: yuzhno-sakh.ru/files/prodresyrs/logist/doklad__2_yvarov.doc. Russian.

Статья поступила в редколлегию 13.02.2020.
Received by editorial board 13.02.2020.

РЫНОК КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ БЕЛАРУСИ: ПОНЯТИЕ, ОСНОВНЫЕ ВИДЫ, СПЕЦИФИКА, ПРОГНОЗ

А. М. РОДЕНЯ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Анализируются глобальные тренды рынка коммерческой недвижимости, приводится его классификация. Отслеживается динамика роста каждого сегмента белорусского рынка недвижимости. С помощью трендовых и эконометрических моделей составлен прогноз белорусского рынка коммерческой недвижимости на период до 2025 г.

Ключевые слова: коммерческая недвижимость; тренды рынка недвижимости; инвестиции в недвижимость; модели прогноза.

COMMERCIAL REAL ESTATE MARKET IN BELARUS: CONCEPT, MAIN TYPES, SPECIFICATIONS, FORECAST

A. M. RADENIA^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

The article analyses the global trends of the commercial real estate market and gives its classification and monitors the growth dynamics of each segment of the Belarusian real estate market. Using trend and econometric models, a forecast of the Belarusian commercial real estate market up to 2025 was done.

Keywords: commercial real estate; real estate market trends; real estate investments; forecast models.

Введение

Коммерческая недвижимость (*commercial real estate*) – объект (земельный участок или сооружение, прочно связанное с землей), направленный на получение прибыли от продажи или сдачи в аренду. При этом границы между коммерческой и жилой недвижимостью несколько размыты. В мире пропорции возводимых объектов коммерческой и жилой недвижимости составляют примерно 1 : 9.

В Беларуси выделяют четыре вида коммерческой недвижимости: торговую, офисную, складскую и производственную. Существует также социальная недвижимость (поликлиники, больницы, аэропорты, вокзалы, учреждения высшего образования и т. д.), но в Беларуси, как правило, она принадлежит

Образец цитирования:

Роденя АМ. Рынок коммерческой недвижимости Беларуси: понятие, основные виды, специфика, прогноз. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* 2020; 2:102–107.

For citation:

Radenia AM. Commercial real estate market in Belarus: concept, main types, specifications, forecast. *Journal of the Belarusian State University. Economics.* 2020;2:102–107. Russian.

Автор:

Александр Михайлович Роденя – аспирант кафедры аналитической экономики и эконометрики экономического факультета. Научный руководитель – кандидат экономических наук, доцент Е. Г. Господарик.

Author:

Aleksander M. Radenia, postgraduate student at the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics. radenia86@mail.ru

государству и не продается, хотя часть площадей может сдаваться в аренду, поэтому данный вид коммерческой недвижимости не включен в приведенную выше классификацию.

Понятие «коммерческая недвижимость» с научной точки зрения анализируется как объект для инвестиций с целью получить доход от аренды и (или) роста стоимости вложенного в объект капитала. Поэтому важнейшее направление в экономической теории коммерческой недвижимости – это разработка методик оценки стоимости коммерческой недвижимости при совершении сделок купли-продажи, а также при принятии решений об инвестировании средств. Методики оценки строятся на основе трех стандартных подходов: доходного, затратного, сравнительного – или их гибридов. Они не отличаются от методик, применяемых в других сферах бизнеса, таких как, например, оценка стоимости банков [1]. При этом технические детали при оценке стоимости недвижимости чрезвычайно сложны [2].

Выделяются три вида инвестиций в коммерческую недвижимость: модернизация коммерческой недвижимости без изменения профиля здания (например, логистический склад класса С покупается и переоборудуется в класс А), репрофилирование коммерческой недвижимости (приобретается кинотеатр и переоборудуется в торговый центр), бизнес с нуля (строится сооружение под определенные цели, как правило, для сдачи в аренду).

Существуют такие важные научные направления, как управление коммерческой недвижимостью в целях финансовой эффективности аренды [3; 4], выявление трендов на рынке недвижимости, имеющее исключительную важность для инвесторов, и прогнозирование развития рынка коммерческой недвижимости¹ [5]. Развитию последнего направления в белорусских реалиях и посвящена данная работа.

Различия в страновых подходах

В целом к коммерческой недвижимости в зарубежной практике относят здания для досуга (*leisure*): отели, рестораны, спортивные центры, медицинские центры и госпитали, торговые центры, офисные здания, производственно-складские помещения.

К финансовым затратам (*cash inflows*) в секторе коммерческой недвижимости принадлежат начальные инвестиции, операционные затраты по обслуживанию и налоги, капитальные затраты (погашение кредита или лизинговые платежи). Доходы от коммерческой недвижимости включают арендную плату, доходы от паркинга и других услуг.

В Евросоюзе под коммерческой недвижимостью понимают здания, сооружения, используемые для коммерческой деятельности с последующим извлечением прибыли и увеличением капитала за счет дохода от аренды и прироста стоимости соответственно. Коммерческой недвижимостью нередко считаются и земельные участки, по крайней мере те, на которых расположены строения.

Рынок коммерческой недвижимости в Евросоюзе превышает 3,5 млрд м² площадей, ее обслуживание генерирует 2,5 % ВВП Евросоюза и обеспечивает работой 4 млн человек, инвестиции в сектор коммерческой недвижимости составляют примерно 250 млрд евро².

В США к коммерческой недвижимости относится любое недвижимое имущество (перемещение которого невозможно): земельные участки, участки земли и недр, здания, сооружения, которые используются инвесторами для получения прибыли и повышения капитализации из-за роста стоимости недвижимости. Коммерческая недвижимость в США как отдельный предмет изучается с 1980-х гг. Это связано с тем, что в 1980 г. в стране был образован Национальный совет управляющих недвижимостью, который стал отслеживать основные индикаторы американского рынка недвижимости по таким направлениям, как доходная недвижимость (*income-producing property*), включая жилье, и коммерческая недвижимость (*commercial real estate*). В американском инвестиционном бизнесе коммерческая недвижимость занимает лидирующие позиции. В США выделяются пять направлений инвестиций в недвижимость:

1) жилая арендная недвижимость (жилые комплексы на 5–100 квартир), которая считается малорисковым бизнесом с доходностью 8–10 %, т. е. со сроком окупаемости в 10–12 лет. Важность этого вида инвестиций в США вытекает из американского образа жизни: треть населения живет в арендованных квартирах;

2) здания с договорами аренды на длительный срок (около 10 лет), построенные под конкретного арендодателя, как правило торговую сеть, ресторан. Подобные длительные договоры автоматически индексируются на инфляцию, и арендатор платит за все, включая ремонт, но получает первоочередное право на продление аренды. Такая инвестиция считается высоколиквидной и не подверженной риску. Инвестор, как правило, нанимает управляющую компанию, а сам получает только доходы;

¹Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 40 «Инвестиционная недвижимость»: утв. Приказом Минфина России от 20.07.2017 № 117н. КонсультантПлюс. Россия / ЗАО «КонсультантПлюс». Москва, 2020 ; *Новые тенденции на рынке недвижимости 2020: ежегодное исследование российского рынка недвижимости*. М. : РвС, 2020. 48 с.

²EPRA [Electronic resource]. URL: www.epra.com/real_estate (date of access: 14.09.2020).

3) производственные и логистические мощности (логистические склады, производственные помещения от 100 до 100 тыс. м²). Данная инвестиция является менее ликвидной и требует согласования с местными органами власти, но может иметь налоговые льготы;

4) земля под застройку трех типов: *R* – жилая застройка (*residential*), *C* – коммерческая (*commercial*), *I* – индустриальная (*industrial*). Спекуляция земельными участками – очень выгодный бизнес с исключительно сложным механизмом получения земли, так как в США она давно поделена между бизнесменами;

5) специфическая недвижимость (парковки, причалы, заправки, аэропорты, газо- и нефтепроводы). Получить права на такую собственность в США чрезвычайно сложно, но и исключительно доходно.

В русскоязычной литературе в классификации коммерческой недвижимости выделяют следующие виды: объекты розничной торговли (торговые центры), офисная, индустриальная (производственные здания), логистическая (склады, вокзалы, аэропорты и т. д.) недвижимость, многоквартирные дома, сдаваемые в аренду как апартаменты или жилые квартиры, здания свободного назначения (отели, рестораны, спортивные сооружения, медицинские центры).

Тренды мирового рынка коммерческой недвижимости

Рынки коммерческой недвижимости в XXI в. отмечаются высокой динамикой изменений, вызванных старением населения, цифровизацией экономики (электронная торговля, удаленная работа и обучение), растущей потребностью в качественной недвижимости, умных зданиях с низким потреблением энергии, качественным интернетом и т. п. При выявлении и анализе трендов использованы аналитические материалы (представлены на соответствующих сайтах) следующих мировых консалтинговых агентств: *Coldwell Banker Richarol Ellis (CBRE)*, *PricewaterhouseCoopers (PwC)*, *Deloitte Groupe*, *Colliers International Group Inc (CiGi)*.

1. Логистическая недвижимость является наиболее выгодным и перспективным сектором для инвестиций (*PwC*, Европейская недвижимость). Особенно прибыльный объект – логистические склады на окраине городов в пределах «последней мили», в том числе склады для товаров электронной торговли, заказанных через интернет перед непосредственной доставкой клиентам. В целом спрос на логистические склады для электронной торговли стремительно растет, при этом начинает сокращаться спрос на иные торговые площади (для торговли офлайн), т. е. супермаркеты. Электронная торговля в половине случаев имеет также центры пешей доступности, площадки, где клиенты могут забрать товар. В инвестициях в европейскую недвижимость доля логистических складов достигла 14 % (в России – 13 % за 2017–2019 гг.). В мире около 17 % инвестиций идет в производственную и логистическую недвижимость.

2. Рынок офисной недвижимости класса А (новое строительство, качественное инженерное обустройство, наличие парковки, пешая доступность от метро) доминирует по динамике роста (в 2019 г. – 25 % во всем мире, в России – 33 %). В то же время стремительное увеличение числа людей, работающих удаленно, ускоренное эпидемией коронавируса, привело к замедлению роста спроса на арендную недвижимость и изменению ее структуры, что вызвало резкое увеличение площади коворкингов (суммарная площадь в Киеве – 62 тыс. м²), т. е. это место не только работы, но и общения, отдыха разных типов: *desk sharing* – общественные рабочие столы, *room sharing* – общественные офисы. Главное в сетях коворкингов – это расположение на гибких пространствах в одном месте ИТ-компаний, юридических, маркетинговых компаний, венчурных фондов, стартапов. Разумеется, такая недвижимость должна быть умной (*smart*), в том числе для контроля входа и перемещений, например, по отпечаткам пальцев. Некоторые крупные банки открывают бесплатные коворкинги для своих клиентов. В связи с развитием цифровой экономики спрос на офисы все больше создают ИТ-компании, требующие помещений открытого плана со спортивными площадками, массажными кабинетами, кафе. Дистанционная работа и учеба уже способствует снижению спроса на офисы и общежития.

3. Рынок торговой недвижимости, несмотря на бурный рост электронной торговли, продолжает развиваться за счет крупных и небольших (от 50–80 м²) торговых центров (*street retail* для продуктового ритейла в новых густонаселенных массивах, для аптек и частных медицинских центров, салонов сотовой связи, предприятий общественного питания), что составляет около 13 % всех частичных инвестиций в 2019 г. В России в 2019 г. инвестиции достигли 23 %, а торговая недвижимость здесь растет: на них за год приходится почти 30 % всех инвестиций в коммерческую недвижимость (за 2017–2019 гг. – 60 %).

4. Формируются многофункциональные центры (*mixed-used center*), т. е. увеличивается строительство, совмещение объектов недвижимости (коворкинговые пространства, бизнес-центры, выставочные комплексы, торгово-развлекательные центры, салоны красоты, спорт и фитнес-центры). Многофунк-

циональные центры популярны не только в крупных, но и в небольших городах. Новые многофункциональные и коворкинг-центры ведут к волне переездов компаний в качественные офисы, что вызывает рост свободных площадей в сегменте класса В. В подготовке к аренде помещений наметились две взаимосвязанные тенденции: разработка проекта помещения с будущим съемщиком или отделка арендатором помещений за свой счет с соглашением о вычете соответствующей суммы из арендной платы.

5. Стремительно растет спрос на апартаменты для туристов, путешествующих самостоятельно и арендующих жилье с помощью *Airbnb* (в 2019 г. в него было инвестировано 122 млрд долл. США (36 %)). Этот сегмент коммерческой недвижимости пока не развит в Беларуси из-за медленного роста городского туризма. Здесь доминирует санаторный и сельский туризм (агроусадьбы).

6. Строительство платных домов престарелых и медицинских центров для пенсионеров стало инвестиционно выгодным в развитых странах по причине увеличения продолжительности жизни и стремительного роста доли пенсионеров в составе населения. Представляется, что этот тренд пока не затронул белорусов, хотя видна тенденция повышения объема строительных работ по выкупленным пенсионерами или готовящимися к выходу на пенсию пустующих домов в деревнях, и данное явление может стать массовым.

7. Типичный тренд для не очень богатых стран с переходной экономикой со средним классом – высокий спрос на аутлеты и магазины-дисконты, которые заменяют ранее существовавшие вещевые рынки.

8. Примерно 30 % мировых инвестиций в недвижимость приходится на иностранных инвесторов, в России их доля составляет около 20 %. Проникновение иностранных инвесторов в коммерческую недвижимость в Беларуси пока носит ограниченный характер, исключение – владельцы ТРЦ *Dana Mall*, инвесторы, восстановившие ресторан «Папараць-кветка».

9. Тренды российского рынка коммерческой недвижимости в 2019 г. исследовал PwC путем опроса инвесторов³.

Выделим те из них, которые представляют интерес для Беларуси:

- привлекательность сектора (секторы указаны по убыванию приоритетов, примерно на 5 % каждый): офисный, логистический (складской), торговый, гостиничный многофункциональный комплекс;
- заманчивость стадий для инвестиций в порядке приоритетов: земельный участок с проектом или разрешением на строительство, готовые проекты, земельные участки без проектной документации, проекты в стадии строительства.

Прогноз развития белорусского рынка недвижимости

Рынок коммерческой недвижимости в Беларуси начал зарождаться после признания частной собственности в 1989–1994 гг. как результат стихийной мало контролируемой государством приватизации принадлежащей ему недвижимости. С введением президентского правления стихийная приватизация была прекращена и начал формироваться рынок недвижимости как отдельный сектор экономики, который с 2002 по 2003 г. стал активно развиваться по всем сегментам (торговые объекты, логистические склады, офисные помещения, гостиницы). Наиболее интенсивно на первой стадии развивался рынок крупноформатной торговой недвижимости, позднее, примерно с 2012 г., – рынок офисной недвижимости. Как следствие, произошел ввод в эксплуатацию большого количества бизнес-центров, основные площади которых арендуют компьютерные фирмы ПВТ.

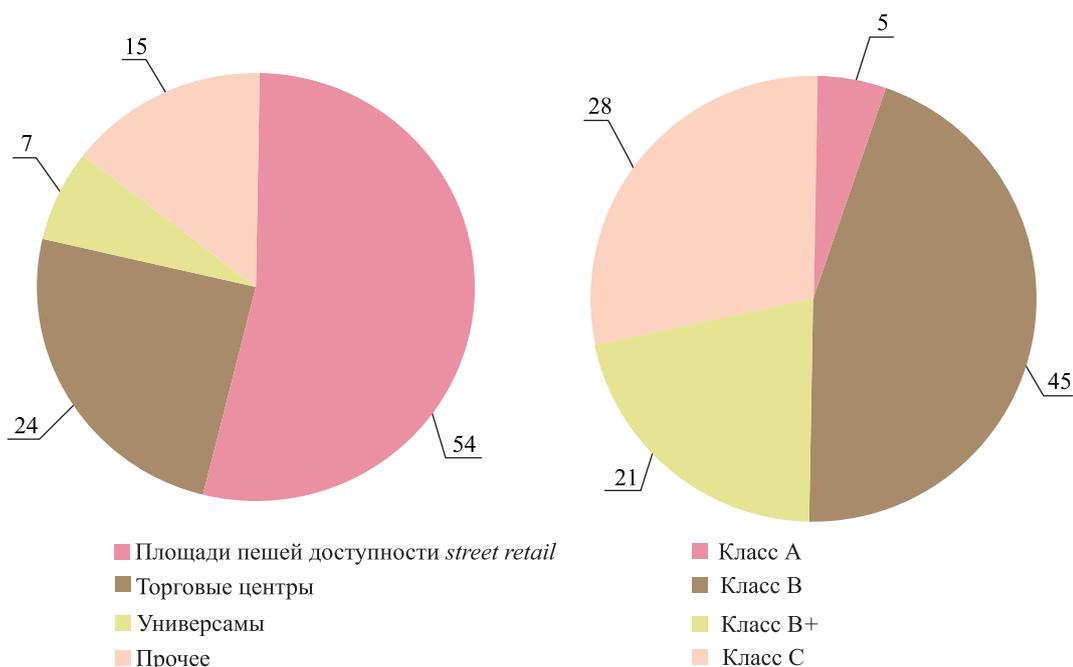
Анализ показал, что после финансового кризиса 2008 г. белорусский рынок недвижимости по суммарной площади введенных в эксплуатацию новых площадей прирастал в год минимум на 10 %, а за 10 лет вырос в 2,5 раза. Особенно высокие темпы роста отмечались в последние годы. Офисная недвижимость пользуется высоким спросом из-за бурного роста числа ИТ-фирм (почти 1000 в 2020 г.). Еще одна причина востребованности офисной недвижимости – ее недостаточность: обеспеченность ею одного занятого в Минске составляет 0,64 м² против 3,99 м² в Варшаве, 4,08 м² в Москве и 1,38 м² в Киеве. Прогноз показывает, что при более-менее стабильной экономической ситуации спрос будет расти до 2025 г. до обеспеченности 4–5 м² на одного офисного сотрудника, несмотря на новую тенденцию удаленной работы.

В 2019 г. в Минске офисные площади приросли на 80 тыс. м² и в целом достигли почти 1 млн м², средняя цена аренды 1 м² составляла: для класса А 30,0 евро (Киев – 20–30 долл. США), класса В+ – 16–20 евро, класса В – 12–15 евро, класса С – 8–10 евро. Основные арендодатели – фирмы ПВТ, малые и средние торговые и консалтинговые фирмы. Коворкинг-пространств в Минске 10, в них примерно 950 рабочих мест, они включают переговорные залы и конференц-залы.

В Минске насчитывается около 12 тыс. объектов торговой недвижимости общей площадью более 1,5 млн м², причем 50 % площадей – торговые центры. Торговая недвижимость в крупных центрах арен-

³PWS [Electronic resource]. URL: www.pwc.ru (date of access: 14.09.2020).

дуются по цене 30–35 евро/м² (в Киев – 45–50 долл. США/м²), небольшие площади – для магазинов пешей доступности – по цене от 13,5 до 16,7 евро/м² (рисунок). Средняя цена покупки торговой недвижимости как объекта инвестиций в 2019 г. составляла 1230 долл. США/м² при максимальной цене 3000 долл. США/м². Инвесторами выступают физические лица. Приобретать торговую недвижимость для последующей сдачи в аренду выгоднее, чем жилую для той же цели.



Структура торговых и офисных площадей в Беларуси в последние годы, %
Structure of retail and office space in Belarus in recent years, %

Анализ факторов, в наибольшей степени влияющий на белорусский рынок коммерческой недвижимости, был осуществлен с помощью пакета *Eviews* на данных за 2009–2019 гг. (динамика рынка за 2007–2017 гг. была дана агентством *Colliers International*). Он показал, что наиболее значимыми являются рост доходов населения, нормативное регулирование и законодательство, степень насыщения рынка (превышение среднемировых нормативов), изменение рыночных условий и конкурентной среды. Разумеется, при прогнозировании роста рынка по отдельным сегментам существенное влияние оказывают специфические факторы, например рост спроса на офисную недвижимость обусловлен ростом экспорта компьютерных услуг (доход фирм ПВТ).

Темпы роста торговой недвижимости до 2025 г. будут падать, так как качественных торговых площадей (*GLA*) (торговых центров) на 1000 жителей в Минске (685 м²) уже выше, чем в Москве и Киеве, к тому же будет расширяться электронная торговля. Однако сохранится спрос на элитные площади класса А с оптимальным расположением, а также на торговые центры в средних и малых городах. Результаты прогнозирования с помощью пакета *Eviews* приведены в таблице.

Рост сегментов белорусского рынка коммерческой недвижимости, тыс. м²

Growth of segments of the Belarusian commercial real estate market, thousand m²

Сегмент	Год		
	2009	2019	2025
Торговая	340	1350	3150
Офисная	130	892	2700
Складская (классы А, В)	27	1100	8170

Примечание. Представлены данные консенсус-оценки за 2009 и 2019 гг. и прогноз автора на 2025 г.

Note. Consensus estimate's data for 2009 and 2019 and author's forecast for 2025.

Из прогноза следует, что среднегодовой темп роста коммерческой недвижимости в 2020–2025 гг. по сравнению с 2009–2018 гг. замедлится: торговой недвижимости снизится с 15 до 8 %, офисной – с 24 до 15 %, складской – с 45 до 20 %, отельной – с 9 до 5 %.

Оценки темпов роста различных сегментов коммерческой недвижимости в данной работе несколько отличаются от данных за 2007–2017 гг., представленных *Colliers International*, так как были использованы и усреднены различные источники, т. е. в качестве точек использовался консенсус-прогноз.

Библиографические ссылки

1. Ковалев ММ, Василевский АВ. *Стоимость банка*. Минск: Издательский центр БГУ; 2018. 145 с.
2. Грязнова АГ, Федотова МА, Агуреев НВ, Артеменков ИЛ, Белых ЛП, Булычева ГВ. *Оценка недвижимости*. Москва: Финансы и статистика; 2010. 558 с.
3. Винокурова НЕ, Лях ЮВ. *Экономика недвижимости*. Минск: БНТУ; 2016. 68 с.
4. Попова-Щелкан ЕС. *Совершенствование системы управления эксплуатацией коммерческой недвижимости на основе аутсорсинговой кооперации* [диссертация]. Москва: ГУУ; 2010. 195 с.
5. Кириенко ВП, редактор. *Рынок недвижимости как составляющая конкурентоспособности экономики*. Минск: ГИУСТ БГУ; 2016. 97 с.

References

1. Kovalev MM, Vasileusky AV. *Stoimost' banka* [Bank value]. Minsk: Publishing House of the Belarusian State University; 2018. 145 p. Russian.
2. Gryaznova, AG, Fedotova MA, Agureev NV, Artemenkov IL, Belykh LP, Bulycheva GV. *Otsenka nedvizhimosti* [Property valuation]. Moscow: Finansy i statistika; 2010. 558 p. Russian.
3. Vinokurova NE, Lyah YV. *Ekonomika nedvizhimosti* [Real estate economics]. Minsk: Belarusian National State University; 2016. 68 p. Russian.
4. Popova-Shchelkan ES. *Sovershenstvovanie sistemy upravleniya ekspluatatsiei kommercheskoi nedvizhimosti na osnove autsoringovoi kooperatsii* [Improvement of the management system for the operation of commercial real estate on the basis of outsourcing cooperation; dissertation]. Moscow: State University of Management; 2010. 195 p. Russian.
5. Kirienko VP, editor. *Rynok nedvizhimosti kak sostavlyayushchaya konkurentosposobnosti ekonomiki* [The real estate market as a component of the competitiveness of the economy]. Minsk: State Institute of the Management and Social Technologies, Belarusian State University; 2016. 97 p. Russian.

*Статья поступила в редколлегию 04.10.2020.
Received by editorial board 04.10.2020.*

АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ В БГУ РАБОТ INDICATIVE ABSTRACTS OF THE PAPERS DEPOSITED IN BSU

УДК 33:911.3(075.8)

Зайцев В. М. **Введение в социально-экономическую географию** [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс для спец. 1-31 02 01 «География (по направлениям)» / В. М. Зайцев, Т. В. Сливинская ; БГУ. Электрон. текстовые дан. Минск : БГУ, 2019. 142 с. : табл. Библиогр.: с. 139–141. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/243369>. Загл. с экрана. Деп. в БГУ 03.06.2020, № 005703062020.

В электронном учебно-методическом комплексе представлены материалы по истории развития и динамики предмета и объекта исследования социально-экономической географии, основным географическим закономерностям современного состояния мировой экономики и социальной сферы, современным особенностям международного географического разделения труда и экономической интеграции, глобальным проблемам мирового развития.

УДК 339.72.053(075.8)

Бондаренко Н. Н. **Платежный баланс** [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс для спец. 1-26 02 02 «Менеджмент (по направлениям)», направление спец. 1-26 02 02-01 «Менеджмент (финансовый и инвестиционный)» / Н. Н. Бондаренко ; БГУ. Электрон. текстовые дан. Минск : БГУ, 2019. 143 с. : табл. Библиогр.: с. 142–143. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/243781>. Загл. с экрана. Деп. в БГУ 09.06.2020, № 006109062020.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) направлен на формирование теоретических знаний и практических навыков в области составления и анализа платежного баланса как одного из основных статистических показателей. ЭУМК включает: пояснительную записку, учебную программу, теоретический раздел (курс базовых лекций), практический раздел (задачи с разбивкой по темам), раздел контроля знаний (тесты для контроля знаний с разбивкой по темам, вопросы для самостоятельной работы, перечень вопросов для зачета) и информационно-методический раздел (перечень учебных изданий и информационно-аналитических материалов, рекомендуемых для изучения учебной дисциплины).

УДК 336.02(476)(082)

Финансовая политика Республики Беларусь на современном этапе [Электронный ресурс] : сб. науч. ст. / БГУ ; [редкол.: И. П. Деревяго, Т. Г. Струк, Н. А. Мельникова]. Электрон. текстовые дан. Минск : БГУ, 2020. 172 с. : ил., табл. Библиогр. в тексте. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/248142>. Загл. с экрана. Деп. в БГУ 04.09.2020, № 010904092020.

В статьях, вошедших в сборник, рассматриваются актуальные проблемы совершенствования финансовой политики Республики Беларусь. Статьи могут быть полезны как научным работникам и студентам экономических специальностей вузов, так и специалистам органов государственного управления.

УДК 338(476)(06)

Основные тенденции экономического развития Республики Беларусь [Электронный ресурс] : сб. докл. II Науч.-практ. круглого стола преподавателей, аспирантов и студентов, Минск, 15 апр. 2020 г. / БГУ ; [редкол.: А. М. Сидорова (отв. ред.) и др.]. Электрон. текстовые дан. Минск : БГУ, 2020. 300 с. : ил., табл. Библиогр. в тексте. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/248498>. Загл. с экрана. Деп. в БГУ 15.09.2020, № 011115092020.

В сборнике помещены доклады преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений, представленные на круглом столе, посвященном современным тенденциям экономического развития.

Сборник адресован научной экономической общественности, практическим работникам, аспирантам, магистрантам и студентам, обучающимся по специальностям экономического профиля.

УДК 338(476)(06)

Национальная экономика Беларуси: текущее состояние и перспективы развития [Электронный ресурс] : сб. докл. студен. конф., Минск, 24 декабря 2019 г. / БГУ ; [редкол.: А. М. Сидорова (отв. ред.), М. М. Ковалев, Е. Г. Господарик]. Электрон. текстовые дан. Минск : БГУ, 2020. 113 с. : ил., табл. Библиогр. в тексте. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/248499>. Загл. с экрана. Деп. в БГУ 15.09.2020, № 011215092020.

В сборнике помещены доклады и сообщения студентов экономического факультета БГУ, представленные на конференции, посвященной тенденциям развития национальной экономики Беларуси.

Сборник адресован научной экономической общественности, практическим работникам, аспирантам, магистрантам и студентам, обучающимся по специальностям экономического профиля.

УДК 339.138(075.8)

Филинская Л. В. Методология и методы маркетинговых исследований [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс для спец. 1-23 01 05 «Социология» / Л. В. Филинская ; БГУ. Электрон. текстовые дан. Минск : БГУ, 2020. 108 с. : табл. Библиогр.: с. 107–108. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/248607>. Загл. с экрана. Деп. в БГУ 23.09.2020, № 011723092020.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) подготовлен в соответствии с требованиями образовательного стандарта специальности «Социология», учебной программой по дисциплине «Методология и методы маркетинговых исследований» в целях учебно-методического обеспечения студентов специальности 1-23 01 05 «Социология». ЭУМК предназначен для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по социологическим специальностям очной и заочной формы получения первого высшего образования.

ЭУМК содержит текст лекций, темы семинарских занятий, примерную тематику выступлений, задания креативного типа, перечень контрольных мероприятий, вопросы к зачету, список рекомендуемой литературы.

УДК 330.101.54:378.147.091.313(075.8)

Методические рекомендации по выполнению курсовой работы по дисциплине «Макроэкономика» [Электронный ресурс] : для студентов спец. 1-26 02 02 «Менеджмент (по направлениям)», направление спец. 1-26 02 02-05 «Менеджмент (международный)» / БГУ ; сост. О. Н. Ерофеева. Электрон. текстовые дан. Минск : БГУ, 2019. 27 с. Библиогр.: с. 21–26. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/250186>. Загл. с экрана. Деп. в БГУ 28.10.2020, № 013828102020.

Издание содержит методические материалы для выполнения и защиты курсовой работы по дисциплине «Макроэкономика» студентами специальности 1-26 02 02 «Менеджмент (по направлениям)» (направление специальности 1-26 02 02-05 «Менеджмент (международный)»). Представленный материал дает рекомендации по выполнению всех основных этапов написания и защиты курсовой работы: организации подготовки курсовой работы к защите, срока сдачи и порядка проверки работы, защиты курсовой работы, – а также включает тематику курсовых работ и список рекомендуемой литературы, включающий основные актуальные издания и первоисточники по учебной дисциплине.

Может быть использован студентами первой и второй ступеней высшего образования других специальностей при изучении вопросов макроэкономики.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Хацкевич Г. А., Проневич А. Ф.</i> Классификация Сато – Бекмана учета научно-технического прогресса: генезис, обобщение и дополнение	4
<i>Калитин Б. С.</i> Модель спекулятивного пути развития экономики	18
<i>Головенчик Г. Г., Жиркевич А. Б.</i> Оценка цифровой трансформации европейских стран с малой открытой экономикой	27
<i>Тсарис К.</i> Динамический условно-корреляционный анализ финансового распространения: будущее евродоллара и биткоин на Форекс-рынках	38
<i>Большакова И. В.</i> Нечеткие доходности в портфельной теории (метод треугольных нечетких чисел)	50
<i>Ковалев М. М., Авдонин А. А.</i> Как повысить эффективность управления государственными организациями?	60
<i>Григорьева Я. И.</i> Анализ устойчивости банковского сектора посредством оценки качества управления ликвидностью	72
<i>Громова В. С., Полоник И. С.</i> Оценка эффективности регулирования свободных экономических зон Республики Беларусь	84
<i>Куган С. Ф.</i> Логистические кластеры: истоки формирования и перспективы развития	93
<i>Роденя А. М.</i> Рынок коммерческой недвижимости Беларуси: понятие, основные виды, специфика, прогноз.....	102
Аннотации депонированных в БГУ работ.....	108

CONTENTS

<i>Khatskevich G. A., Pranevich A. F.</i> Sato – Beckmann classification of accounting for technological progress: genesis, generalisation, and extension.....	4
<i>Kalitine B. S.</i> Model of the speculative path of economic development.....	18
<i>Goloventchik G. G., Zhyrkevich A. B.</i> Assessment of the digital transformation of European countries with small open economies.....	27
<i>Tsiaras K.</i> Dynamic conditional correlation analysis of financial contagion: eurodollar future and Forex bitcoin markets.....	38
<i>Bolshakova I. V.</i> Fuzzy returns in portfolio theory (method of triangular fuzzy numbers).....	50
<i>Kovalev M. M., Avdonin A. A.</i> How to increase efficiency of governance management?	60
<i>Grigoreva Ya. I.</i> Analysis of the stability of the banking sector by assessing the quality of liquidity management.....	72
<i>Gromova V. S., Palonik I. S.</i> The free economic zones effectiveness regulation assessment in the Republic of Belarus.....	84
<i>Kuhan S. F.</i> Logistic clusters: origins of formation and development prospects.....	93
<i>Radenia A. M.</i> Commercial real estate market in Belarus: concept, main types, specifications, forecast	102
Indicative abstracts of the papers deposited in the BSU.....	108

Журнал включен Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь в Перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по экономическим наукам.

Журнал включен в библиографическую базу данных научных публикаций «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

**Журнал Белорусского
государственного университета.
Экономика.
№ 2. 2020**

Учредитель:
Белорусский государственный университет

Юридический адрес: пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск.

Почтовый адрес: пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск.

Тел. (017) 259-70-74, (017) 259-70-75.

E-mail: jecon@bsu.by

URL: journals.bsu.by/index.php/economy

«Журнал Белорусского государственного
университета. Экономика» издается с января 1969 г.
До 2017 г. выходил под названием «Веснік БДУ.
Серыя 3, Гісторыя. Эканоміка. Права»
(ISSN 2308-9172).

Редакторы *В. В. Казакевич, С. Е. Богуш, А. С. Люкевич*
Технический редактор *Д. Ф. Когут*
Корректор *К. Б. Скакун*

Подписано в печать 30.11.2020.
Тираж 100 экз. Заказ 507.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь».
ЛП № 02330/89 от 03.03.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

© БГУ, 2020

**Journal
of the Belarusian State University.
Economics.
No. 2. 2020**

Founder:
Belarusian State University

Registered address: 4 Niezaliežnasci Ave.,
Minsk 220030.

Correspondence address: 4 Niezaliežnasci Ave.,
Minsk 220030.

Tel. (017) 259-70-74, (017) 259-70-75.

E-mail: jecon@bsu.by

URL: journals.bsu.by/index.php/economy

«Journal of the Belarusian State University. Economics»
published since January, 1969.
Until 2017 named «Vesnik BDU.
Seryja 3, Gistoryja. Jekanomika. Prava»
(ISSN 2308-9172).

Editors *V. V. Kazakevich, S. J. Bohush, A. S. Lyukevich*
Technical editor *D. F. Kogut*
Proofreader *K. B. Skakun*

Signed print 30.11.2020.
Edition 100 copies. Order number 507.

Republican Unitary Enterprise
«Informatsionno-vychislitel'nyi tsentr
Ministerstva finansov Respubliki Belarus'»
License for publishing No. 02330/89, 03 March, 2014.
17 Kal'varyjskaja Str., Minsk 220004.

© BSU, 2020