

УДК 332.1(470.53):330.3:658
JEL: D2, E2, O18, P25, R11

DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.13.2019.4.1620-1636>

Е. А. ТРЕТЬЯКОВА¹,
Т. В. АЛФЕРОВА¹

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦИКЛ: СПЕЦИФИКА МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Контактное лицо:

Третьякова Елена Андреевна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории, Пермский государственный национальный исследовательский университет

Адрес: г. Пермь, ул. Букирева, 15, тел.: +7 (342) 239-64-35

E-mail: E.A.T.pnrpu@yandex.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9345-1040>

Web of Science Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/M-7494-2017>

Алферова Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента, Пермский государственный национальный исследовательский университет

Адрес: г. Пермь, ул. Букирева, 15, тел.: +7 (342) 239-64-35

E-mail: talferova68@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4961-0435>

Web of Science Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/P-4224-2017>

Цель: идентификация повышательных и понижающих волн производственного цикла в муниципальных образованиях Пермского края и характеристика циклических колебаний с использованием модели производственной функции.

Методы: экономико-математическое моделирование, корреляционно-регрессионный анализ, анализ временных рядов.

Результаты: построены статистически значимые модели, характеризующие динамику объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ, услуг по каждому муниципальному образованию и Пермскому краю в целом, выделены тренд и циклическая составляющая каждого временного ряда, определена длительность производственного цикла. Построены статистически значимые производственные функции, определены основные показатели эффективности использования ресурсов труда и капитала, проведен анализ динамики их значений в контексте выявленных циклических колебаний. Рассчитанные с помощью производственной функции показатели эффективности использования ресурсов показали, что на величину созданного продукта наибольшее влияние в муниципальных образованиях Пермского края оказывает потребление трудовых ресурсов. Установлено, что колебания показателей средней и предельной эффективности использования ресурсов, а также нормы замещения включают в себя циклическую компоненту, которая синхронизирована с циклическими колебаниями объема отгрузки товаров собственного производства, выполненных работ и услуг с одногодичным лагом.

Научная новизна: сочетание анализа цикличности и моделирования производственной функции для выявления факторов, в наибольшей степени оказывающих влияние на развитие экономики муниципальных образований Пермского края. Данный аспект формирует новизну работы, состоящую в аргументированном определении тенденций развития экономики муниципальных образований региона, основанном на экономико-математическом моделировании.

Практическая значимость: основные положения и выводы могут быть использованы региональными органами власти при разработке мер государственной региональной антициклической политики для обеспечения согласованности мер регулирующего воздействия и формирования необходимых условий для устойчивого экономического развития территории Прикамья.

Ключевые слова: экономический цикл; производственный цикл; производственная функция; Пермский край; муниципальные образования

Благодарность: Исследование проведено при финансовой поддержке гранта РГНФ № 18-410-590003 «Особенности производственного цикла в системах различных уровней в экономике региона».

Конфликт интересов: авторами не заявлен.

Как цитировать статью: Третьякова Е. А., Алферова Т. В. Производственная функция и производственный цикл: специфика муниципальных образований Пермского края // Актуальные проблемы экономики и права. 2019. Т. 13, № 4. С. 1620–1636. DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.13.2019.4.1620-1636>

E. A. TRETYAKOVA¹,
T. V. ALFEROVA¹

¹ Perm State National Research University, Perm, Russia

PRODUCTION FUNCTION AND PRODUCTION CYCLE: SPECIFIC FEATURES OF MUNICIPAL ENTITIES OF THE PERM TERRITORY

Contact:

Elena A. Tretyakova, Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of World and Regional Economy and Economics, Perm State National Research University
Address: 15 Bukirev Str., Perm, tel.: +7 (342) 239-64-35
E-mail: E.A.T.pnrpu@yandex.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9345-1040>
Web of Science Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/M-7494-2017>

Tatyana V. Alferova, PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, Perm State National Research University
Address: 15 Bukirev Str., Perm, tel.: +7 (342) 239-64-35
E-mail: talferova68@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4961-0435>
Web of Science Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/P-4224-2017>

Objective: to identify the upward and downward waves of production cycle in the Perm region municipalities and to characterize fluctuations using the production function model.

Methods: economic and mathematical modeling, correlation and regression analysis, time series analysis.

Results: statistically significant models are constructed characterizing the dynamics of the volume of shipped goods of own production, works and services performed, for each municipality and the Perm region as a whole; the trend and cyclic component of each time series are identified; the production cycle duration is determined. Statistically significant production functions are constructed; the main indicators of labor and capital resources efficiency are defined; their values' dynamics is analyzed in the context of the revealed cyclic fluctuations. The resources efficiency indicators, calculated by means of production function, showed that the amount of the produced goods in the Perm region municipalities is most influenced by labor resources consumption. It is found that the fluctuations of average and marginal efficiency of resource use, as well as the replacement rate, include a cyclic component, which is synchronized with a one-year lag with the cyclic fluctuations in the volume of shipped goods of own production, works and services performed.

Scientific novelty: the combination of cyclicality analysis and production function modeling to identify the factors that have the greatest impact on the economic development of the Perm region municipalities. This aspect forms the novelty of the work, which consists in substantiated disclosure of trends in the economic development of the Perm region municipalities, based on economic and mathematical modeling.

Practical significance: the main provisions and conclusions can be used by regional authorities in the development of the state regional anticyclical policy to ensure the coherence of regulatory measures and the formation of the necessary conditions for sustainable economic development of the Kama region.

Keywords: Economic cycle; Production cycle; Production function; Perm region; Municipalities

Acknowledgement: The research was carried out with the financial support of the Russian fund of Basic Research (RFBR), grant No. 18-410-590003 “Features of production cycle in the systems of various levels in the regional economy”.

Conflict of Interest: No conflict of interest is declared by the authors.

For citation: Tretyakova E. A., Alferova T. V. Production function and production cycle: specific features of municipal entities of the Perm territory, *Actual Problems of Economics and Law*, 2019, Vol. 13, No. 4, pp. 1620–1636 (in Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.13.2019.4.1620-1636>

Введение

Пермский край – один из высокоразвитых промышленных регионов России с диверсифицированным производством, включающим нефтяную, химическую и нефтехимическую промышленность, черную и цветную металлургию, машиностроение и лесопромышленный комплекс, создающим прочную основу для экономического развития региона. Однако индекс физического объема валового регионального продукта имеет выраженную общую тенденцию к снижению за 2005–2017 гг. и подвержен циклическим колебаниям экономической конъюнктуры. Из рис. 1 отчетливо видно резкое снижение показателя в период экономического кризиса 2008–2009 гг. с последующим восстановлением и новое снижение в 2015–2016 гг., вызванное внешнеэкономическими санкциями.

При формировании системы управления любой экономической системой (страны, региона, пред-

приятия) необходимо учитывать, что циклические колебания сопровождаются как положительными, так и отрицательными социально-экономическими последствиями, следовательно, механизм управления должен не только учитывать, но и предупреждать воздействие экономических конъюнктурных волн и принимать соответствующие управленческие решения по минимизации потерь [2].

Многообразие и сложность проблемы управления экономикой в условиях цикличности развития обусловили значительный интерес исследователей к данной проблеме. Так, вопросам изучения причин цикличности ее сущности и влияния на экономическое развитие посвящены труды В. Ф. Горшенина, Г. А. Щербакова, Н. Ю. Денисова, И. В. Соловьева и др. [2–5].

Вопросы оценки влияния цикличности мирового развития на российскую экономику проанализированы в работах А. В. Швецова, Т. А. Журавлевой,

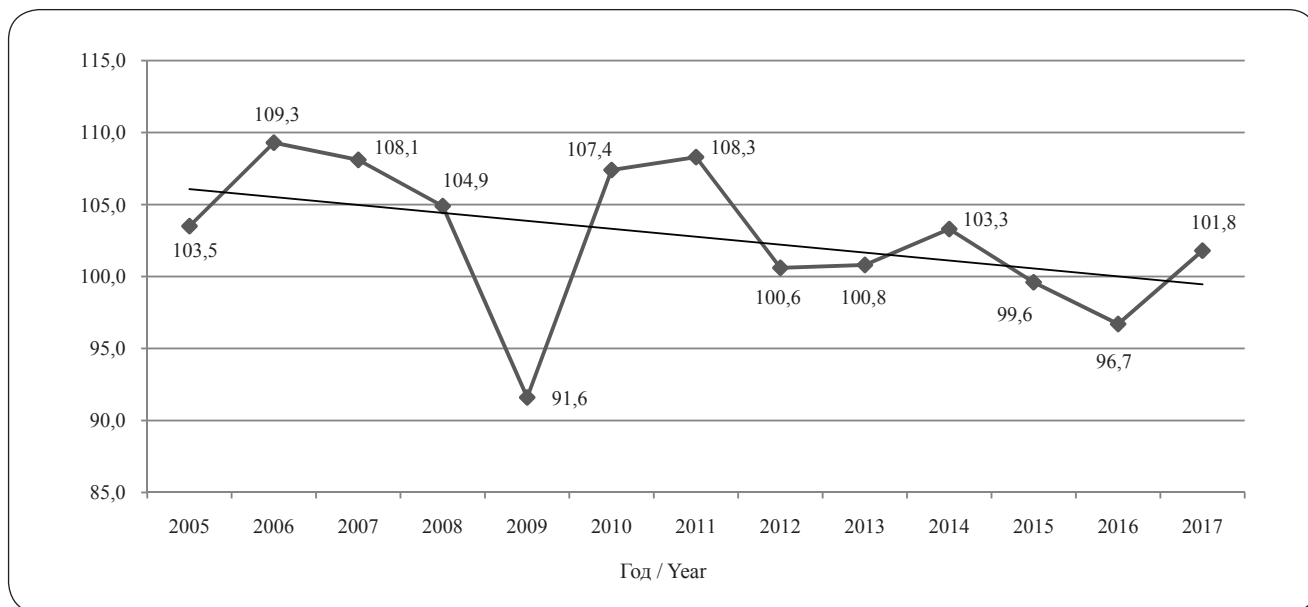


Рис. 1. Индекс физического объема валового регионального продукта Пермского края

Источник: [1].

Fig. 1. Index of physical volume of the gross regional product of the Perm Territory

Source: [1].

Т. Н. Ямщиковой, К. В. Павлова, А. С. Бобкова [6, 7]. Вопросы управления производственным циклом в экономике регионов рассмотрены в трудах О. В. Буториной, И. В. Шишкиной и др. [8].

Интерес авторов вызывают и проблемы прогнозирования, оценки и моделирования циклов. К примеру, А. П. Морозовым рассмотрены модели оценки влияния макроэкономической цикличности на реальный сектор российской экономики с помощью многомерных статистических методов [9], П. В. Порубовой – моделирование цикличности в экономике РФ на основе асинхронного гармонического анализа [10] и т. д. Вместе с тем вопросы изучения различных циклов и их взаимосвязей с эффективностью управления региональными экономическими системами требуют более глубокого исследования.

Современный макроэкономический цикл в своей структуре, помимо промышленного, технологического, информационного, инновационного циклов, содержит также и производственный цикл. Производственный цикл, как одна из составляющих современного макроэкономического цикла, отражает в себе колебания уровней производственной активности хозяйствующих субъектов, включающей производство не только материальных благ, но и услуг, как доминирующего продукта в фазе перехода к цифровой и инновационной экономике [11].

Имеющиеся статистические данные позволяют анализировать производственный цикл на уровне муниципальных образований по показателю объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг. Выделение циклической составляющей производится путем построения уравнения тренда, выделения трендовой компоненты и ее вычитания из значений уровней исходного динамического ряда. Построение графика циклической составляющей динамического ряда позволяет наглядно отобразить циклические колебания и определить их временные рамки.

Циклические колебания вызывают изменения в отдаче от использования ресурсов, что представляет собой отдельную исследовательскую задачу, решению которой посвящена данная работа. Целью исследования явилась идентификация повышательных и понижательных волн производственного цикла в муниципальных образованиях Пермского края и характеристика циклических колебаний с использованием модели производственной функции.

Современные исследования динамических процессов на макроэкономическом уровне характеризуются активным применением экономико-математического аппарата, позволяющего использовать широкий спектр эмпирических данных [12] и применять факторный подход, выявляя степень влияния факторов на результаты экономической деятельности [13]. Сочетание методологии анализа временных рядов с методологией факторного анализа представляется перспективным, поскольку позволяет исследовать изменения в отдаче факторов производства в зависимости от фаз экономического цикла.

Оценивать отдачу от факторов производства возможно путем моделирования производственной функции – экономико-математической количественной зависимости между величинами выпуска продукта и затратами ресурсов. Построению производственных функций для характеристики экономики регионов и федеральных округов посвящены работы С. В. Барановой, Е. А. Гафаровой, В. К. Горбунова, В. Г. Зарецкой, А. Н. Петрова, Е. А. Федорова [14–21] и других авторов. В исследовании И. Л. Кириллюка [22] проведен сравнительный анализ нескольких моделей производственных функций с целью выявления их применимости для анализа современной экономики России и учета отраслевой специфики. В трудах М. И. Гребнева [23, 24] предлагается развитие метода иерархического анализа экономики путем синтеза агрегированной производственной функции экономики России на основе региональных производственных функций. По мнению А. И. Рузанова [25], основная ценность таких моделей заключается в их относительной простоте и наглядности при описании сложных закономерностей общественного производства.

Выбор формы математической модели и число оцениваемых параметров ограничены количеством доступных для анализа статистических временных рядов, поэтому наиболее часто применяются относительно простые функциональные зависимости: линейные и мультипликативно-степенные [15]. Этим же объясняется востребованность двухфакторных функций, которые легче поддаются анализу благодаря их графическому представлению [26]. Наиболее популярной среди них является неоклассическая мультипликативная модификация производственной функции Кобба – Дугласа, отвечающая следующему уравнению [25, 27–29]:

$$X = A \times K^\alpha \times L^\beta, \quad (1)$$

где X – совокупный продукт, создаваемый в процессе производства; A – свободный коэффициент; K – затраты капитала; L – затраты труда; α – коэффициент эластичности по труду; β – коэффициент эластичности по капиталу.

В моделях, описывающих региональные экономические системы, создаваемый в процессе производства совокупный продукт (X) чаще всего выражен объемом выпуска продукции или объемом ВРП [15, 17–19, 30, 31]; затраты труда (фактор L) отражаются численностью экономически активного населения, либо численностью занятых, либо величиной фонда оплаты труда [17, 24, 25, 30–32]; затраты капитала (фактор K) – стоимостью основных производственных фондов, объемом инвестиций в основной капитал или величиной инвестиций в инновации [18–20, 25, 30, 31, 33]; свободный коэффициент (константа A), как правило, связывают с уровнем применяемых технологий, который может иметь возрастающий тренд или зависеть и от других факторов (например, цен на нефть) [25]. Современная статистика на муниципальном уровне позволяет рассчитать затраты на оплату труда работников организаций и предоставляет сведения об объемах инвестиций в основной капитал.

Для оценки параметров исходная производственная функция приводится к линейному виду путем логарифмирования:

$$\ln X = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L. \quad (2)$$

Расчет средней эффективности используемых ресурсов (μ_i) производится по формулам [31]:

$$\mu_K = \frac{X}{K} = \frac{A \cdot K^\alpha L^\beta}{K} = A \cdot K^{\alpha-1} L^\beta, \quad (3)$$

$$\mu_L = \frac{X}{L} = \frac{A \cdot K^\alpha L^\beta}{L} = A \cdot K^\alpha L^{\beta-1}. \quad (4)$$

Величина μ_K характеризует уровень капиталотдачи, а величина μ_L – зарплатотдачи, т. е. они показывают отношение величины произведенного продукта к затратам соответствующего ресурса.

Предельная эффективность ресурсов (v_i), выражающая прирост выпускаемой продукции на единицу прироста соответствующего ресурса, используемого в производстве, определяется по формулам [31]:

$$v_K = \frac{\partial X}{\partial K} = A \cdot \alpha \cdot K^{\alpha-1} L^\beta, \quad (5)$$

$$v_L = \frac{\partial X}{\partial L} = A \cdot \beta \cdot K^\alpha L^{\beta-1}. \quad (6)$$

Эластичность выпуска продукции по труду и капиталу (ε_i) характеризует относительный прирост объема производства на единицу относительного увеличения ресурса и равняется отношению предельной эффективности к средней. В степенной функции Кобба – Дугласа эластичность выпуска по капиталу и по труду определяются значениями коэффициентов α и β соответственно.

Норма замещения ресурсов (γ), показывающая, на сколько единиц можно уменьшить потребление одного из факторов производства при увеличении на единицу потребления другого фактора, сохранив объем выпуска продукции неизменным, определяется по формуле [31]:

$$\gamma_{KL} = \frac{v_L}{v_K} = \frac{\frac{\partial X}{\partial L}}{\frac{\partial X}{\partial K}} = \frac{A \cdot \beta \cdot L^{\beta-1} \cdot K^\alpha}{A \cdot \alpha \cdot L^\beta \cdot K^{\alpha-1}} = \frac{\beta \cdot K}{\alpha \cdot L}. \quad (7)$$

Среди ограничений в применении функции Кобба – Дугласа, как правило, называют то, что она не учитывает изменение качества факторов производства, поэтому способна описывать только экстенсивный тип экономического роста [26]. Однако модификация функции путем введения дополнительного множителя позволяет учесть, например, технический прогресс. Кроме того, не существует абсолютных и всеобъемлющих моделей, способных описать сложнейшие процессы, происходящие в экономике, благодаря же упрощенным моделям становится несложным определить вероятностные значения показателей, необходимых для принятия управленческого решения. Все это предопределило выбор производственной функции Кобба – Дугласа в качестве основного инструмента для проведения исследования.

Построение производственной функции и расчет показателей эффективности использования ресурсов производились по данным муниципальных образований Пермского края по годам за исследуемый период и сопоставлялись с фазами производственного цикла,

которые выделялись путем анализа циклической составляющей временного ряда, построенного по показателю объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг.

Результаты исследования

Для исследования производственного цикла были собраны статистические данные по муниципальным образованиям Пермского края и региону в целом по показателям объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг, среднесписочной численности работников организаций, среднемесячной номинальной начисленной заработной плате работников организаций и инвестициям в основной капитал. Так как цикличность оценивается с помощью колебаний реальных объемов выпуска, анализируемые стоимостные показатели были переведены из текущих в постоянные цены (цены 2018 г.) с использованием индекса цен производителей, индекса потребительских цен и индекса физического объема инвестиций в основной капитал. После чего было произведено построение

уравнения тренда, характеризующего тенденцию, и выделение циклической составляющей из динамического ряда показателей, что позволило определить временной диапазон границ экономического цикла.

На рис. 2 отобразена динамика объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг в постоянных ценах в целом для всех муниципальных образований Пермского края и соответствующая ей циклическая компонента временного ряда.

Циклическая составляющая наглядно отображает шестилетний экономический цикл с периодами выше тренда – в 2005–2007 гг., ниже тренда – в 2008–2010 гг. и вновь выше тренда – в 2011–2012 гг. и ниже – в 2013–2016 гг. с последующим выходом на новый цикл. Аналогичная динамика показателя характерна и для Перми (рис. 3), и для большинства других муниципальных образований Пермского края.

Необходимо также отметить общую тенденцию к возрастанию объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг

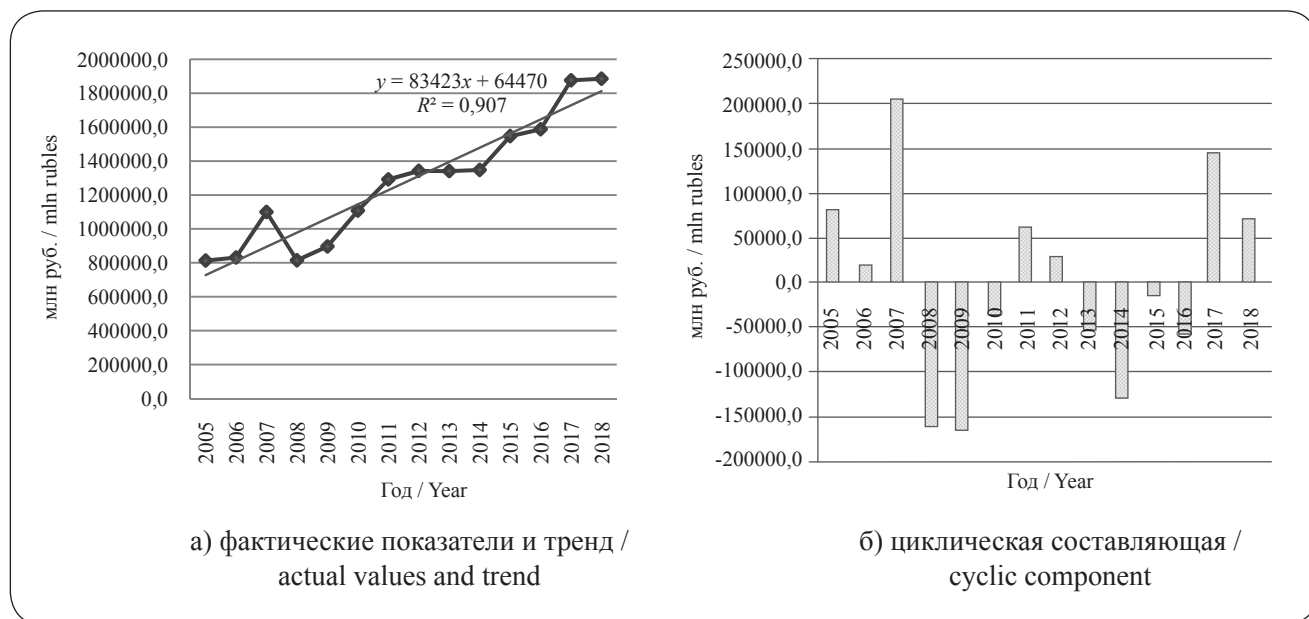


Рис. 2. Динамика объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг в постоянных ценах для всех муниципальных образований Пермского края

Источник: рассчитано авторами на основе официальных данных Пермстата [1].

Fig. 2. Dynamics of the volume of shipped goods of own production, executed works and services in invariable prices for all municipal entities of the Perm Territory

Source: calculated by the authors based on the official data of Permstat [1].

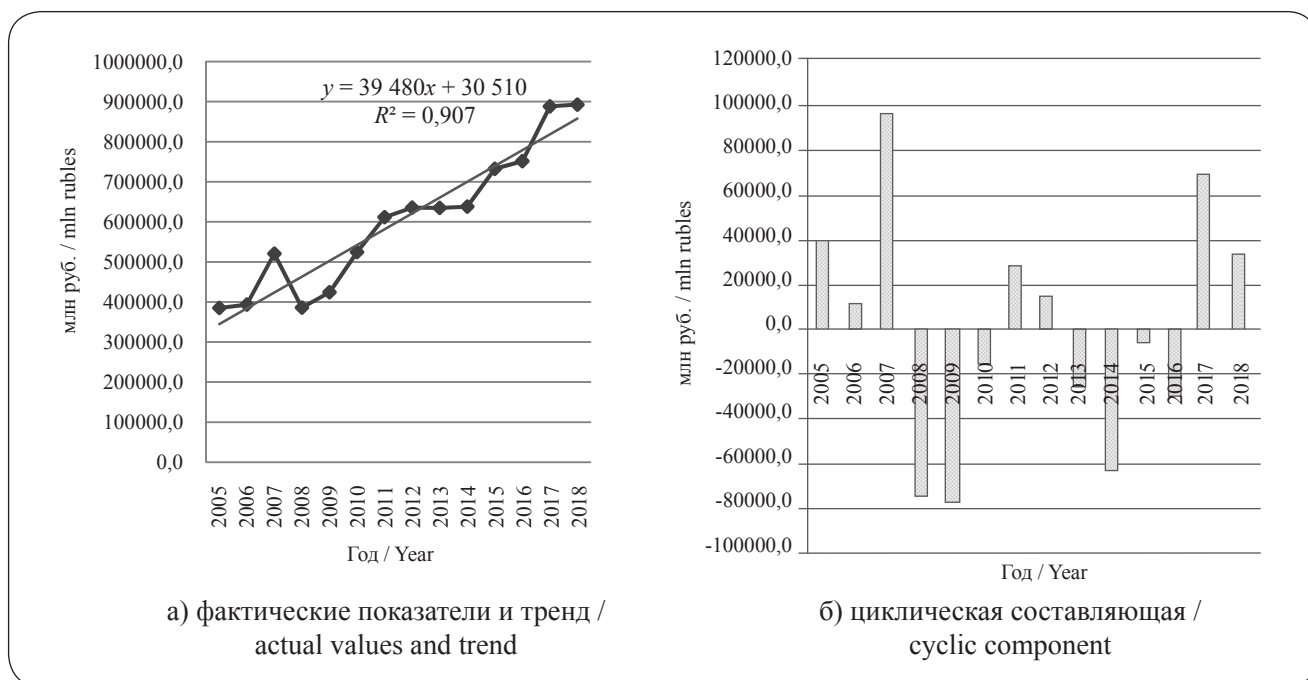


Рис. 3. Динамика объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг в постоянных ценах в Перми

Источник: составлено авторами на основе официальных данных Пермьстата [1].

Fig. 3. Dynamics of the volume of shipped goods of own production, executed works and services in invariable prices in Perm

Source: calculated by the authors based on the official data of Permstat [1].

в постоянных ценах для всех муниципальных образований Пермского края.

Анализ среднесписочной численности работников, напротив, показал общую тенденцию к ее снижению в подавляющем большинстве муниципальных образований (исключение составляют лишь Пермский и Усольский муниципальные районы). При этом циклическое повышение численности работников организаций (показатели занятости были выше уровня тренда) отмечалось в 2005–2008 гг., циклическое снижение – в период с 2009 по 2015 г. (показатели занятости были ниже уровня тренда) и новое циклическое повышение – в период с 2016 г. до конца исследуемого периода. На примере Лысьвенского городского округа указанная динамика отражена на рис. 4.

Для большинства муниципальных образований Пермского края характерен десятилетний экономический цикл с точки зрения колебаний уровня занятости. Однако ряд муниципальных образований (г. Гремячинск, Пермский, Соликамский, Усольский

и Чусовской муниципальные районы) отличала собственная динамика занятости населения (см., в частности, рис. 5), которая была обусловлена в большей мере особенностями развития данных территорий.

Несовпадение периодов подъема и спада циклической составляющей в показателях объема отгрузки товаров и численности занятых работников объясняется более медленным реагированием занятости на циклические колебания рыночной конъюнктуры. Более длительный цикл занятости объясняется не в последнюю очередь влиянием институциональной среды и государственных регулирующих воздействий, направленных на поддержание социальной стабильности.

Изучение динамики среднемесячной реальной начисленной заработной платы работников организаций (базовый период – 2018 г.) позволило выявить общую для всех муниципальных образований Пермского края тенденцию к ее снижению, а также общие циклические колебания ее размера, характе-

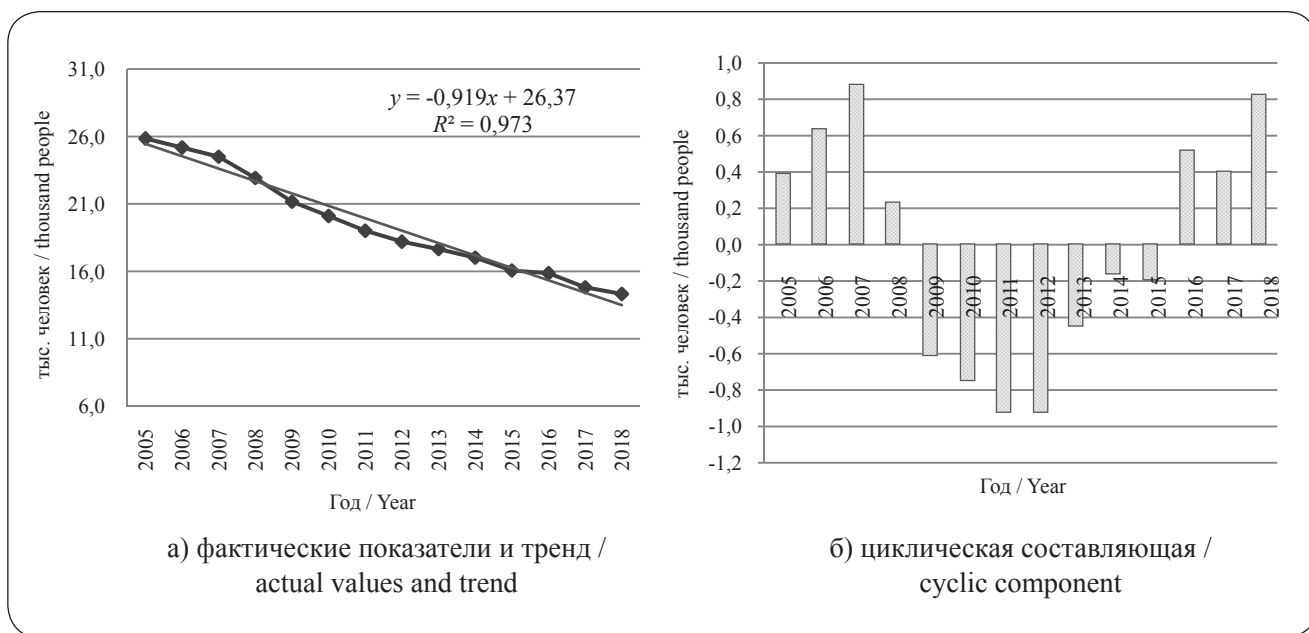


Рис. 4. Динамика среднесписочной численности работников организаций в Лысьве

Источник: составлено авторами на основе официальных данных Пермьстата [1].

Fig. 4. Dynamics of average number of employees in Lysva

Source: calculated by the authors based on the official data of Permstat [1].

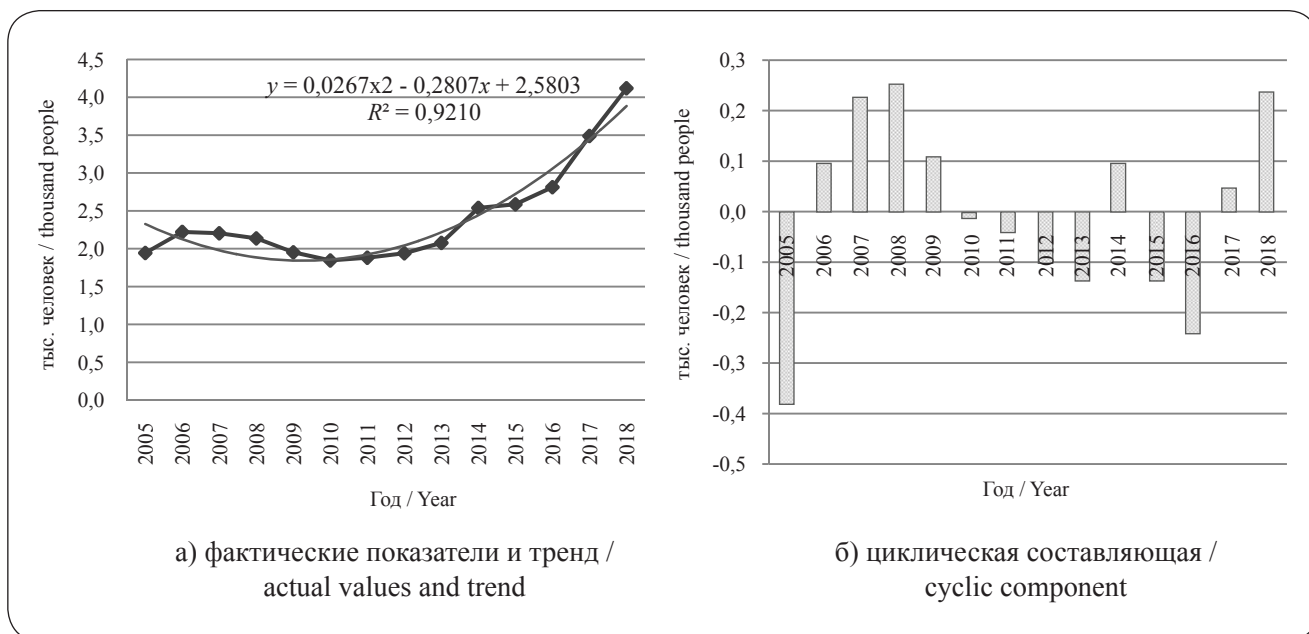


Рис. 5. Динамика среднесписочной численности работников организаций в Усольском муниципальном районе

Источник: составлено авторами на основе официальных данных Пермьстата [1].

Fig. 5. Dynamics of average number of employees in Usolsk municipal entity

Source: calculated by the authors based on the official data of Permstat [1].

ризующиеся циклическими спадами в 2007–2008 гг. и в 2012–2014 гг. (рис. 6).

Динамика инвестиций в основной капитал для Пермского края в целом отражена на рис. 7. Рисунок наглядно демонстрирует объем инвестиций выше тренда в 2007–2008 гг. с последующим его падением ниже уровня тренда в 2009–2012 гг., которое сменилось существенным ростом в 2013 г. с замедлением в связи с санкционным давлением в 2014–2017 гг. и очередным падением ниже уровня тренда в 2018 г.

В результате исследования динамики инвестиций по муниципальным образованиям не было выявлено общих тенденций в их циклических компонентах. Явно прослеживается цикличность в инвестировании в Большесосновском муниципальном районе (рис. 8), Чусовском муниципальном районе (с аналогичными тенденциями).

Циклические колебания с собственными характерными особенностями были отмечены в Перми, в Добрянском, Карагайском, Нытвенском, Очерском, Пермском, Уинском, Яйковском, Юсьвенском муниципальных районах. В остальных муниципальных образованиях объем инвестиций в основной капитал

был нестабилен, но без выраженной цикличности. В муниципальных образованиях с выявленной циклическостью ее периодичность, как правило, составляла 8–9 лет.

При построении производственной функции в качестве результирующего показателя был использован объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг в разрезе муниципальных образований. В разрезе муниципальных образований оценивались также затраты капитала по объему инвестиций в основной капитал и затраты трудовых ресурсов по показателю фонда оплаты труда, исчисляемого путем умножения среднегодовой численности занятых на среднемесячную начисленную заработную плату и на 12 месяцев для получения его суммы в годовом выражении. Далее с использованием кросс-секционного подхода рассчитывались параметры производственной функции. Результаты расчетов отражены в табл. 1.

При построении моделей производственных функций использовались робастные оценки стандартных ошибок (с поправкой на гетероскедастичность). Значения рассчитанного коэффициента вздутия дис-

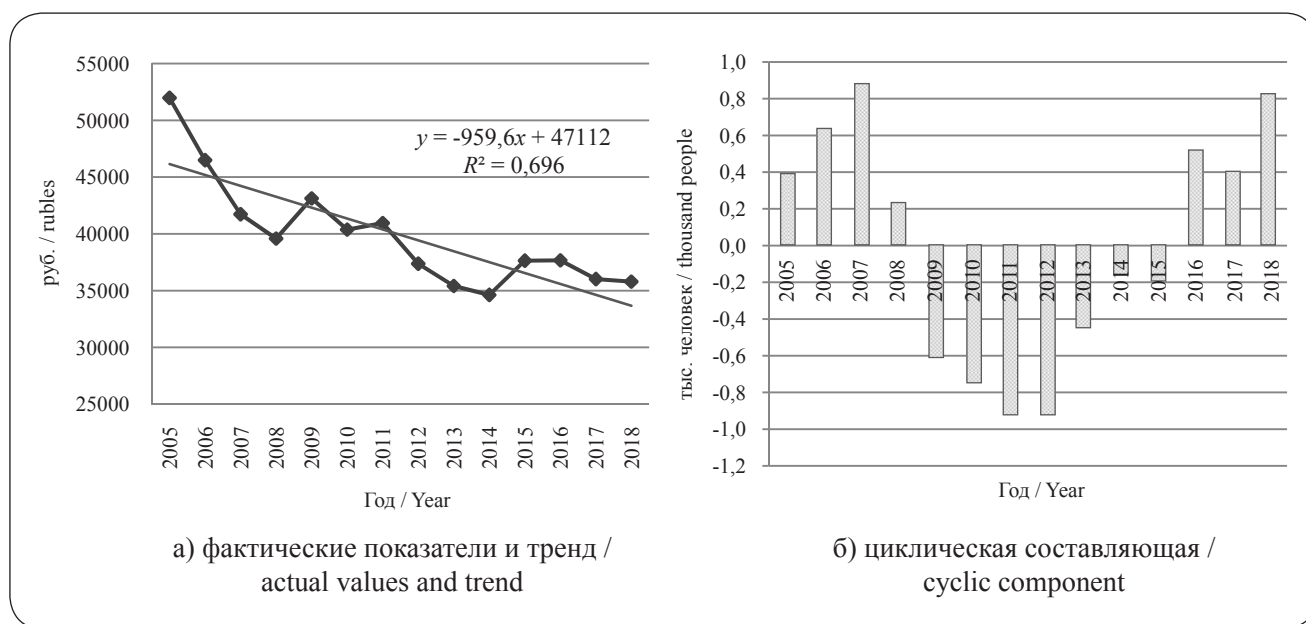


Рис. 6. Динамика среднемесячной реальной начисленной заработной платы работников организаций в муниципальных образованиях Пермского края

Источник: составлено авторами на основе официальных данных Пермстата [1].

Fig. 6. Dynamics of the average monthly payroll of employees in the municipal entities of the Perm Territory

Source: calculated by the authors based on the official data of Permstat [1].

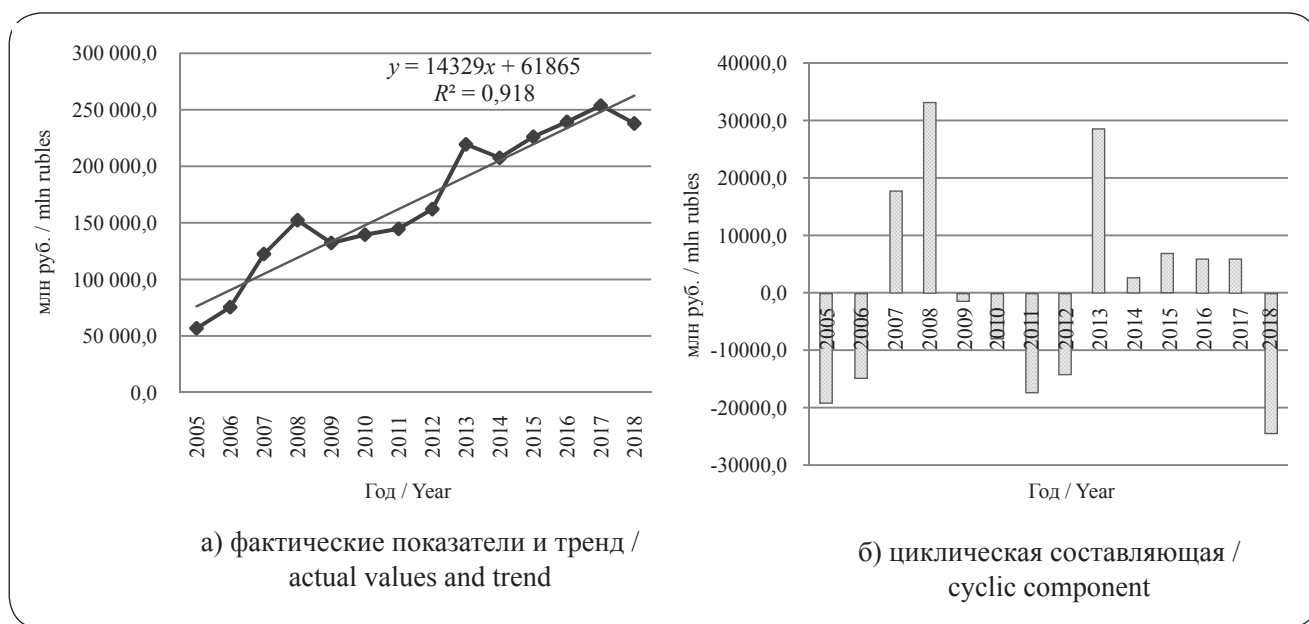


Рис. 7. Динамика инвестиций в основной капитал в Пермском крае

Источник: составлено авторами на основе официальных данных Пермстата [1].

Fig. 7. Dynamics of investments into capital assets in the Perm Territory

Source: calculated by the authors based on the official data of Permstat [1].

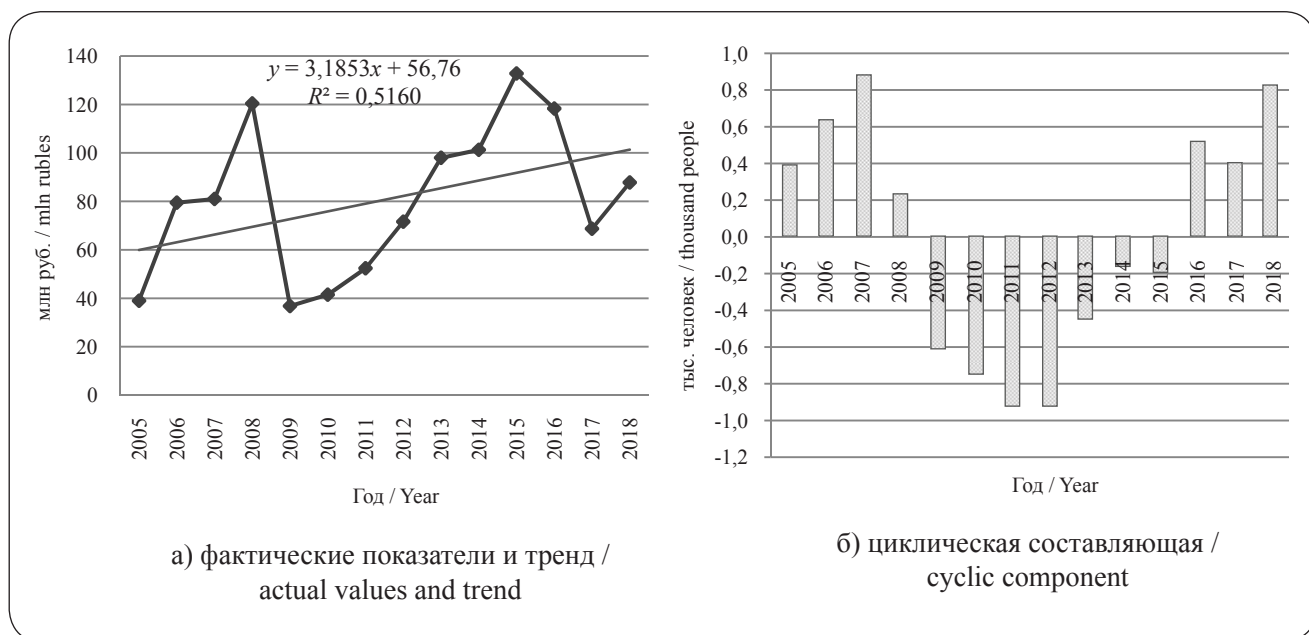


Рис. 8. Динамика инвестиций в основной капитал в Большесосновском муниципальном районе

Источник: составлено авторами на основе официальных данных Пермстата [1].

Fig. 8. Dynamics of investments into capital assets in Bolshesosnovskiy municipal entity

Source: calculated by the authors based on the official data of Permstat [1].

персии показали отсутствие признаков мультиколлинеарности. Значения коэффициента детерминации (R^2), критерия Фишера (F -критерий) и его p -value (табл. 1) свидетельствуют об адекватности полученных моделей для целей экономического анализа [16, 34, 35].

Полученные уравнения производственной функции были использованы для расчета показателей эффективности использования трудовых ресурсов и капитала в муниципальных образованиях Пермского края и анализа их динамики. В процессе исследования производились расчеты показателей средней

Таблица 1

Параметры производственной функции $X = A \times K^\alpha \times L^\beta$, построенной по данным муниципальных образований Пермского края

Table 1. Production function parameters $X = A \times K^\alpha \times L^\beta$, by the data of the municipal entities of the Perm Territory

Период / Period	Параметр / Parameter			R^2	F -критерий / F -criterion
	A	α	β		
2005	0,0961 ***	0,3448 ***	1,1726 ***	0,9439	240,4048 (2,07e-24)
2006	0,1876 *	0,1983 *	1,2595 ***	0,6192	53,7151 (3,51e-12)
2007	0,2671 *	0,3427 *	0,9904 ***	0,7335	62,0424 (1,56e-13)
2008	0,2671 *	0,3206 **	1,0620 ***	0,7238	62,0442 (1,36e-12)
2009	1,0121 *	0,5960 ***	0,6310 **	0,7429	85,2752 (7,28e-16)
2010	0,5352 *	0,4994 ***	0,8142 ***	0,7255	58,1345 (4,45e-13)
2011	0,5013 *	0,4816 **	0,8543 **	0,6518	46,1984 (1,55e-11)
2012	0,4783 *	0,7751 ***	0,6207 **	0,6536	40,1390 (1,46e-10)
2013	0,2430 *	0,5066 **	0,8984 **	0,6551	28,4995 (1,32e-08)
2014	0,2440 *	0,5826 ***	0,8444 **	0,6473	44,7431 (3,11e-11)
2015	0,2495 *	0,4578 ***	0,9614 ***	0,6593	40,2625 (1,40e-10)
2016	2,2228 *	0,4750 ***	0,6704 ***	0,6512	62,8240 (1,74e-13)
2017	5,2443 *	0,5743 ***	0,4751 **	0,7101	76,3735 (4,90e-15)
2018	2,3296 *	0,4192 ***	0,7310 ***	0,6673	58,9478 (3,57e-13)

Примечание: * – переменные, значимые на уровне значимости 10 %. ** – переменные, значимые на уровне значимости 5 %. *** – переменные, значимые на уровне значимости 1 %.

В скобках указаны значения p -value для F -критерия.

Количество наблюдений: 47.

Note: * – variables significant at the significance level of 10 %. ** – variables significant at the significance level of 5 %. *** – variables significant at the significance level of 1 %.

p -values for F -criterion are shown in brackets.

Number of observations: 47.

Источник: составлено авторами на основе приведенных выше расчетов.

Source: compiled by the authors based on the above calculations.

и предельной эффективности использования ресурсов, эластичности выпуска продукции по затраченным ресурсам и нормы замещения ресурсов.

Динамика средней эффективности использования трудовых ресурсов и инвестиций в основной капитал отражена на рис. 9. Как следует из рисунка, зарплатоотдача и отдача от инвестиций в основной капитал изменяются синхронно вследствие преобладающего влияния на их величину объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг. В то же время средняя отдача от каждого рубля, затраченного на инвестиции, выше, чем от текущего финансирования затрат на оплату труда.

Колебания показателей средней эффективности в целом синхронизированы с циклическими колебаниями объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг: отмечается снижение их значений в период 2007–2009 гг. с последующим восстановлением и новым снижением в 2013 г. и 2016–2017 гг. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена между циклическими колебаниями объема отгруженных товаров собственного

производства, выполненных работ, услуг с показателями средней эффективности ресурсов с временным лагом один год показал максимальные значения, составив 0,3077 для средней эффективности по затратам инвестиционных ресурсов и 0,3846 – по затратам на оплату труда. Значения коэффициентов ранговой корреляции свидетельствуют о средней положительной связи между циклическими колебаниями этих показателей.

Динамика предельной эффективности (рис. 10) показывает ее снижение для инвестиций в основной капитал в период с 2005 по 2007 г. для затрат на оплату труда – с 2005 по 2009 г. с последующим восстановлением и новым снижением с 2012 г. для инвестиций в основной капитал и с 2015 г. для затрат на оплату труда.

В целом колебания значений предельной эффективности ресурсов синхронизированы с циклическими колебаниями объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг: коэффициент ранговой корреляции Спирмена между циклическими колебаниями объема отгруженных товаров собственного производства,

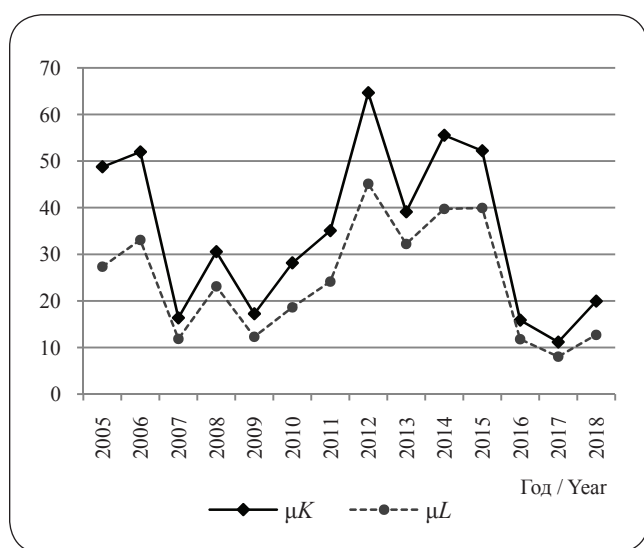


Рис. 9. Динамика средней эффективности использования трудовых ресурсов и инвестиций в основной капитал

Источник: составлено авторами на основе приведенных выше расчетов.

Fig. 9. Dynamics of the average efficiency of labor resources employment and capital assets investments

Source: compiled by the authors based on the above calculations.

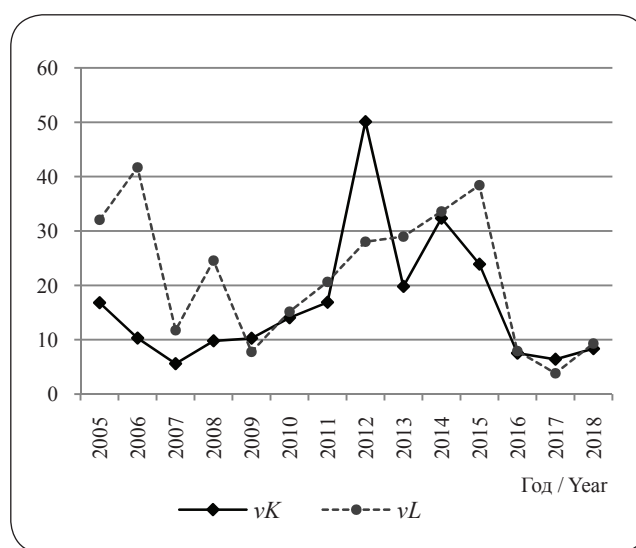


Рис. 10. Динамика предельной эффективности использования трудовых ресурсов и инвестиций в основной капитал

Источник: составлено авторами на основе приведенных выше расчетов.

Fig. 10. Dynamics of the marginal efficiency of labor resources employment and capital assets investments

Source: compiled by the authors based on the above calculations.

выполненных работ, услуг с показателями предельной эффективности ресурсов с временным лагом один год показал максимальные значения, составив 0,2802 для предельной эффективности по затратам инвестиционных ресурсов и 0,1813 – по затратам на оплату труда. Значения коэффициентов ранговой корреляции свидетельствуют о слабой положительной связи между циклическими колебаниями этих показателей.

Определение нормы замещения ресурсов (γ) показало тенденцию к ее снижению. Если в 2006 г. для того, чтобы выпуск продукции оставался прежним при снижении потребления ресурса L на единицу, необходимо было нарастить потребление ресурса K на 4,0 единицы, то в 2018 г. – на 1,1 единицы (рис. 11).

Колебания значений нормы замещения ресурсов также синхронизированы с циклическими колебаниями объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг: коэффициент ранговой корреляции Спирмена с одногодичным лагом составил 0,4179, что свидетельствует о средней положительной связи между циклическими колебаниями этих показателей.

Данные табл. 1 наглядно демонстрируют существенное возрастание значений свободного коэффициента A с 2016 г., что говорит о росте влияния про-

чих факторов, не учтенных в модели, и в частности, отражает усиливающееся позитивное влияние роли информационно-коммуникационных технологий в экономике муниципальных образований Пермского края. Кроме того, следует отметить рост эластичности инвестиционного фактора за исследуемый период (возрастание значений коэффициента α) и снижение эластичности затрат на оплату труда (снижение значений коэффициента β), что объясняется сокращением численности занятых и все в большей степени ощущаемым дефицитом трудовых ресурсов.

Анализ величины коэффициентов эластичности α и β в производственной функции муниципальных образований Пермского края показал, что приращение в использовании трудовых ресурсов дает большую отдачу в виде прироста объема отгруженных товаров, работ и услуг собственного производства, нежели прирост инвестиций в основной капитал (в большинстве лет исследуемого периода значение коэффициента β выше, чем значение коэффициента α).

Кроме того, величина $\alpha + \beta$ характеризует отдачу от масштаба: в случае, если $\alpha + \beta = 1$, наблюдается постоянная отдача, при $\alpha + \beta < 1$ – убывающая отдача, а в случае $\alpha + \beta > 1$ – возрастающая отдача. В течение всего исследуемого периода в муниципальных обра-

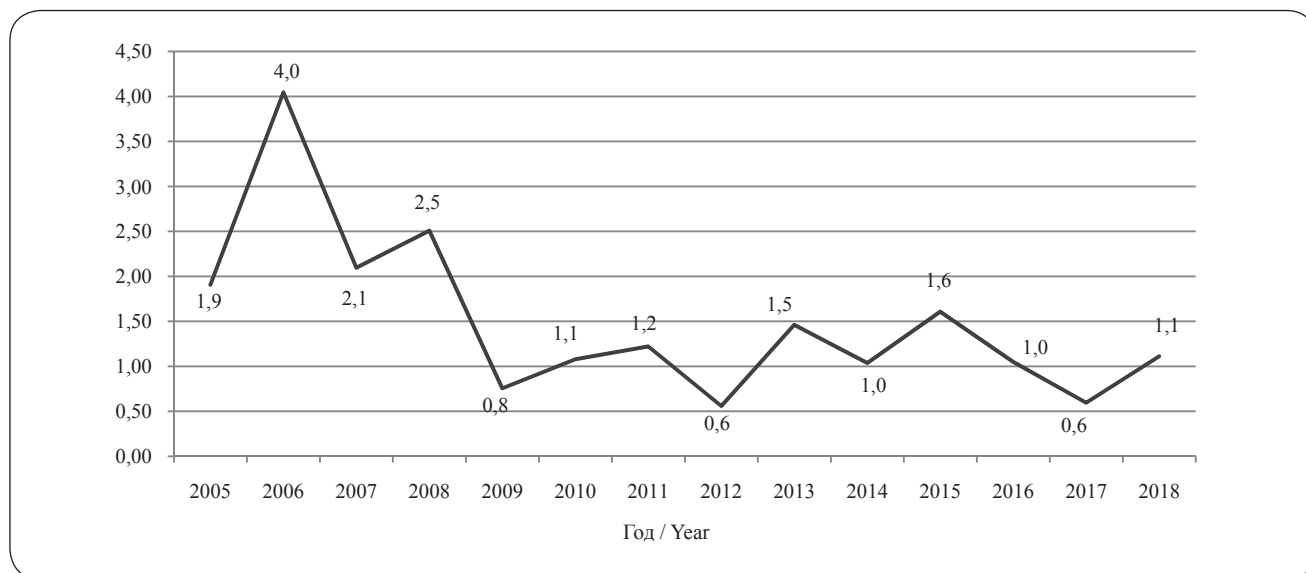


Рис. 11. Динамика нормы замещения ресурса L ресурсом K , единиц

Источник: составлено авторами на основе приведенных выше расчетов.

Fig. 11. Dynamics of the norm of substitution of resource L for resource K , units

Source: compiled by the authors based on the above calculations.

зованиях Пермского края отмечалась возрастающая отдача от используемых трудовых ресурсов и инвестиций в основной капитал (рис. 12). Это означает, что выпуск продукции растет быстрее, чем затраты ресурсов. В этом случае степенная функция описывает интенсивный способ производства продукции. Однако эластичность выпуска по труду (β) больше эластичности выпуска по инвестициям в основной капитал (α), следовательно, наблюдается фондосберегающий рост экономики, который также называют экстенсивным в отличие от интенсивного или трудосберегающего, следовательно, здесь речь идет, скорее, о повышении интенсивности труда.

Колебания суммы коэффициентов α и β согласуются с динамикой объема отгруженной продукции, показывая циклический спад в период экономического кризиса 2008 г. и падение под влиянием санкционных внешних воздействий в 2015 г. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена с лагом в один год составил 0,2033, что свидетельствует о слабой положительной связи между циклическими колебаниями этих показателей.

Выводы

Проведенное исследование показало, что на величину созданного продукта в муниципальных образованиях Пермского края наибольшее влияние оказывает потребление трудовых ресурсов. Следовательно, при сохранении такой структуры производства для роста экономики муниципальных образований Пермского края важна ориентация на социальную политику, предполагающую воспроизводство трудовых ресурсов, повышение оплаты труда, улучшение условий труда, снижение миграционного оттока, повышение качества жизни в регионе и пр.

Отмечена тенденция к росту вклада в производственный результат прочих факторов, включая информационный фактор, что делает актуальной интенсификацию программ по массовому внедрению информационно-коммуникационных технологий не только в сферу управления, но и в сферу производства в муниципальных образованиях Пермского края.

В ходе исследования подтвердилась гипотеза о том, что колебания показателей эффективности использования ресурсов, рассчитываемые с помощью

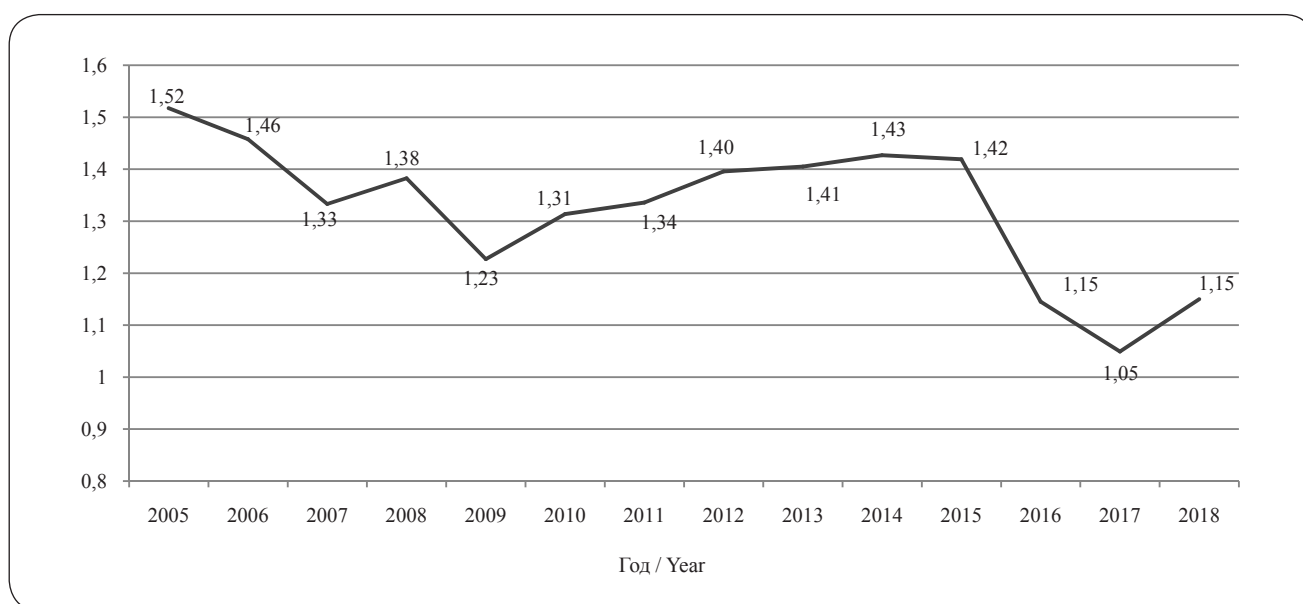


Рис. 12. Суммарная отдача от затрат на трудовые ресурсы и инвестиции в основной капитал в муниципальных образованиях Пермского края

Источник: составлено авторами на основе приведенных выше расчетов.

Fig. 12. Ultimate recovery of the expenditures for labor resources and investments into capital assets in the municipal entities of the Perm Territory

Source: compiled by the authors based on the above calculations.

производственной функции, синхронизированы с циклическими колебаниями результата производственной деятельности. Выявленный временной лаг в один год с опережением в динамике показателей эффективности позволяет использовать их в качестве индикатора предстоящего циклического разворота в объемах отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг.

Список литературы

1. Муниципальные образования Пермского края. 2019: статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. Пермь, 2019. 155 с.
2. Горшенин В. Ф. Нелинейные аспекты циклов развития // Вестник Челябинского государственного университета. 2014. № 2 (331). Управление. Вып. 9. С. 111–116.
3. Щербаков Г. А. Вопросы цикличности экономического развития в системной экономике // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 3, № 6. С. 112–117.
4. Денисов Н. Ю. Теории цикличности в современной мировой экономике // Путеводитель предпринимателя. 2015. № 26. С. 119–124.
5. Соловьев И. В. Цикличность в экономике: проблемы теоретического анализа // Новый университет. Серия: Экономика и право. 2011. № 4 (4). С. 17–20.
6. Швецов А. В. Оценка воздействия международной экономической цикличности на российскую экономику // Вопросы экономики и права. 2011. № 33. С. 54–57.
7. К вопросу об оценке влияния цикличности мирового развития на экономику России / Т. А. Журавлева, Т. Н. Ямщикова, К. В. Павлов, А. С. Бобков // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 6–3 (51). С. 52–56.
8. Буторина О. В., Шишкина И. В. Общие положения управления производственным циклом в экономике регионов // Комплексное развитие территориальных систем и повышение эффективности регионального управления в условиях цифровизации экономики: материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. 2018. С. 326–334.
9. Морозов А. П. Влияние макроэкономической цикличности на российскую экономику с помощью многомерных статистических методов // Таврический научный обозреватель. 2016. № 7 (12). С. 149–153.
10. Порубова П. В. Моделирование цикличности в экономике РФ на основе асинхронного гармонического анализа // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 12–2 (44). С. 191–198.
11. Буторина О. В., Третьякова Е. А. Методика анализа взаимосвязи производственного и информационного циклов в рамках современного макроэкономического цикла // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 1. С. 12–20.
12. Adachi H., Nakamura T., Osumi Y. Studies in Medium-Run Macroeconomics: Growth, Fluctuations, Unemployment, Inequality and Policies. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2015. 327 p.
13. Сафиуллин М. Р., Ельшин Л. А., Прыгунова М. И. Диагностика ожиданий экономических агентов как инструмент моделирования экономических циклов // Экономика региона. 2017. Т. 13, № 2. С. 604–615.
14. Баранов С. В. Эконометрические модели производственных функций: история и современность // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10–2. С. 53–57. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5996> (дата обращения: 02.08.2019).
15. Гафарова Е. А. Моделирование регионального развития на основе производственных функций // Наукovedение. 2013. № 3 (16). URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/39evn313.pdf> (дата обращения: 01.08.2019).
16. Горбунов В. К., Крылов В. П. Оценка эффективности основного капитала предприятий методом производственных функций // Экономика региона. 2015. № 3. С. 334–347.
17. Построение производственной функции региона с учетом инновационной составляющей / В. Г. Зарецкая, Л. А. Дремова, Л. М. Осиневиц // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 2 (329). С. 20–28.
18. Петров А. Н. Особенности построения производственной функции промышленности региона // Региональная экономика: теория и практика. 2010. № 18. С. 36–41.
19. Петров А. Н. Производственная функция экономики региона // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 19 (226). С. 53–60.
20. Федорова Е. А. Анализ основных производственных факторов аграрно-промышленного комплекса Тверского региона // Управление экономическими системами. 2011. № 9. URL: <http://uecs.ru/marketing/item/649-2011-09-28-07-57-34> (дата обращения: 29.07.2019).
21. Магомадов Н. С., Шамилев С. Р. Анализ динамики ВРП регионов РФ производственными функциями // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 391–402.

22. Кирилук И. Л. Модели производственных функций для российской экономики // Компьютерные исследования и моделирование. 2013. Т. 5, № 2. С. 293–312.
23. Гребнев М. И. Агрегированная производственная функция с учетом научно-технического прогресса для экономики России // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2015. № 4 (27). С. 71–79.
24. Гребнев М. И., Шульц Д. Н. Статистический метод агрегирования производственных функций // Экономика и математические методы. 2016. Т. 52, № 2. С. 112–128.
25. Рузанов А. И. Производственные функции и их использование для описания закономерностей производства // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2011. № 5 (1). С. 212–217.
26. Волков Р. Е., Прищеп И. П. Производственная функция Кобба – Дугласа в исследовании экономического роста // Экономическая среда. 2015. № 3 (13). С. 148–153.
27. Хазиахметова Т. С. Производственная функция как модель производства // Синергия наук. 2017. № 18. С. 443–447.
28. Производственная функция Кобба – Дугласа / А. В. Конозова, Е. А. Синдицкая, М. М. Шатиришвили // Математика в экономике. Мельбурн, 2018. С. 128–135.
29. Кажуро Н. Я. Производственная функция и взаимосвязь факторов производства // Вестник Белорусского национального технического университета. 2010. № 2. С. 67–72.
30. Янкова В. А. Коллинеарность факторов при оценке параметров производственной функции Кобба – Дугласа // Академічний огляд. 2016. № 1 (44). С. 86–94.
31. Моделирование производственной функции промышленного сектора экономики Пермского края / Т. В. Алферова, Е. А. Третьякова, Е. Б. Аликина, О. Г. Иванова // Журнал экономической теории. 2018. Т. 15, № 2. С. 213–221.
32. Нижегородцев Р. М., Петухов Н. А. Прогнозирование объема валового регионального продукта на основе трехфакторной модели в приращениях (на примере Приволжского федерального округа) // Вестник ЮРГТУ (НПИ). 2011. № 3. С. 90–100.
33. Клейнер Г. Б. Производственные функции: Теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986. 239 с.
34. Казакова М. В. Анализ свойств производственных функций, используемых при декомпозиции экономического роста. URL: <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/rnp/wpaper/31.pdf> (дата обращения: 09.08.2019).
35. Светульников С. Г., Абдуллаев И. С. Сравнительный анализ производственных функций в моделях экономической динамики // Известия СПбГУЭФ. 2010. № 5. С. 55–66.

References

1. *Municipal entities of the Perm Territory. 2019*, collection of statistics, Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Permskomu kraju, Perm', 2019, 155 p. (in Russ.).
2. Gorshenin V. F. Nonlinear aspects of development cycles, *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, No. 2 (331), Upravlenie, Iss. 9, pp. 111–116 (in Russ.).
3. Shcherbakov G. A. Issues of economic development cyclicity in systemic economy, *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2017, Vol. 3, No. 6, pp. 112–117 (in Russ.).
4. Denisov N. Yu. Cyclicity theories in the modern global economics, *Putevoditel' predprinimatel'ya*, 2015, No. 26, pp. 119–124 (in Russ.).
5. Solov'ev I. V. Cyclicity in economics: problems of theoretical analysis, *Novyi universitet*. Seriya: Ekonomika i pravo, 2011, No. 4 (4), pp. 17–20 (in Russ.).
6. Shvetsov A. V. Estimating the influence of global economic cyclicity on the Russian economy, *Voprosy ekonomiki i prava*, 2011, No. 33, pp. 54–57 (in Russ.).
7. Zhuravleva T. A., Yamshchikova T. N., Pavlov K. V., Bobkov A. S. On the issue of estimating the influence of global economic cyclicity on the Russian economy, *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii*, 2017, No. 6–3 (51), pp. 52–56 (in Russ.).
8. Butorina O. V., Shishkina I. V. General provisions of production cycle management in the economy of regions, *Complex development of territorial systems and increasing the efficiency of regional management under digitalization of economy: works of the National (All-Russia) scientific-practical conference*, 2018, pp. 326–334 (in Russ.).
9. Morozov A. P. Influence of macroeconomic cyclicity on the Russian economy with multidimensional statistical techniques, *Tavricheskii nauchnyi obozrevatel'*, 2016, No. 7 (12), pp. 149–153 (in Russ.).
10. Porubova P. V. Modeling cyclicity in the Russian economy based on asynchronous harmonic analysis, *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii*, 2014, No. 12–2 (44), pp. 191–198 (in Russ.).
11. Butorina O. V., Tret'yakova E. A. Methodology of analyzing interactions between production and information cycles within a modern macroeconomic cycle, *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 2018, No. 1, pp. 12–20 (in Russ.).

12. Adachi H., Nakamura T., Osumi Y. *Studies in Medium-Run Macroeconomics: Growth, Fluctuations, Unemployment, Inequality and Policies*, Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2015, 327 p.
13. Safiullin M. R., El'shin L. A., Prygunova M. I. Diagnosing expectations of economic agents as a tool for modeling economic cycles, *Ekonomika regiona*, 2017, Vol. 13, No. 2, pp. 604–615 (in Russ.).
14. Baranov S. V. Econometric models of production cycles: history and modernity, *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2014, No. 10–2, pp. 53–57, available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5996> (access date: 02.08.2019) (in Russ.).
15. Gafarova E. A. Modeling regional development based production functions, *Naukovedenie*, 2013, No. 3 (16), available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/39evn313.pdf> (access date: 01.08.2019) (in Russ.).
16. Gorbunov V. K., Krylov V. P. Estimating the efficiency of capital assets of enterprises with the production functions technique, *Ekonomika regiona*, 2015, No. 3, pp. 334–347 (in Russ.).
17. Zaretskaya V. G., Dremova L. A., Osinevich L. M. Building the production function of a region with the account of innovative component, *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*, 2014, No. 2 (329), pp. 20–28 (in Russ.).
18. Petrov A. N. Features of building the production function of an industrial region, *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*, 2010, No. 18, pp. 36–41 (in Russ.).
19. Petrov A. N. Production function of a region's economy, *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika*, 2011, No. 19 (226), pp. 53–60 (in Russ.).
20. Fedorova E. A. Analysis of the main production factors of the agricultural-industrial complex of Tver region, *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 2011, No. 9, available at: <http://uecs.ru/marketing/item/649-2011-09-28-07-57-34> (access date: 29.07.2019) (in Russ.).
21. Magomadov N. S., Shamilev S. R. Analysis of the dynamics of the Russian Federation regions GRP production functions, *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 6, pp. 391–402 (in Russ.).
22. Kirilyuk I. L. Models of production functions for the Russian economy, *Kompyuternye issledovaniya i modelirovanie*, 2013, Vol. 5, No. 2, pp. 293–312 (in Russ.).
23. Grebnev M. I. Aggregated production function with the account of scientific and technical advance for the Russian economy, *Vestnik Permskogo universiteta*, Ser. Ekonomika, 2015, No. 4 (27), pp. 71–79 (in Russ.).
24. Grebnev M. I., Shul'ts D. N. Statistical method of production functions aggregation, *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2016, Vol. 52, No. 2, pp. 112–128 (in Russ.).
25. Ruzanov A. I. Production functions and their use for describing production regularities, *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo*, 2011, No. 5 (1), pp. 212–217 (in Russ.).
26. Volkov R. E., Prishchep I. P. Cobb-Douglas production function in researching economic growth, *Ekonomicheskaya sreda*, 2015, No. 3 (13), pp. 148–153 (in Russ.).
27. Khaziakhmetova T. S. Production function as a model of production, *Sinergiya nauk*, 2017, No. 18, pp. 443–447 (in Russ.).
28. Konozova A. V., Sinditskaya E. A., Shatirishvili M. M. Cobb-Douglas production function, *Matematika v ekonomike*, Mel'burn, 2018, pp. 128–135 (in Russ.).
29. Kazhuro N. Ya. Production function and interrelation of production factors, *Vestnik Belorusskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta*, 2010, No. 2, pp. 67–72 (in Russ.).
30. Yankova V. A. Collinearity of factors during estimation of Cobb-Douglas production function parameters, *Akademichnii oglyad*, 2016, No. 1 (44), pp. 86–94 (in Russ.).
31. Alferova T. V., Tret'yakova E. A., Alikina E. B., Ivanova O. G. Modeling the production function of industrial sector of the Perm Territory, *Zhurnal ekonomicheskoi teorii*, 2018, Vol. 15, No. 2, pp. 213–221 (in Russ.).
32. Nizhegorodtsev R. M., Petukhov N. A. Forecasting the volume of gross regional product based on the three-factor incremental model (by the example of Volga federal district), *Vestnik YuRGTU (NPI)*, 2011, No. 3, pp. 90–100 (in Russ.).
33. Kleiner G. B. *Production functions: theory, methods, application*, Moscow, Finansy i statistika, 1986, 239 p. (in Russ.).
34. Kazakova M. V. *Analysis of properties of production functions used in decomposing economic growth*, available at: <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/rnp/wpaper/31.pdf> (access date: 09.08.2019) (in Russ.).
35. Svetun'kov S. G., Abdullaev I. S. Comparative analysis of production functions in economic dynamics models, *Izvestiya SPbGUEF*, 2010, No. 5, pp. 55–66 (in Russ.).

Дата поступления / Received 02.09.2019

Дата принятия в печать / Accepted 28.11.2019

Дата онлайн-размещения / Available online 25.12.2019

© Третьякова Е. А., Алферова Т. В., 2019

© Tretyakova E. A., Alferova T. V., 2019