

DOI: 10.18721/JE.12313

УДК 37.014.54

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА В СТРУКТУРЕ КЛАСТЕРА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ КОББА–ДУГЛАСА

Н.О. Васецкая, В.В. Глухов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Степень экономического развития любой страны определяется уровнем развития производства. Процесс производства продукта (материального и нематериального) связан с потреблением разнообразных ресурсов, в число которых входит все, что необходимо для производственной деятельности – сырье, материалы, труд, энергия, оборудование и др. Производственная функция Кобба–Дугласа показывает зависимость объема производства от создающих его факторов производства, при этом являясь относительной простотой, универсальной и адекватной. Построена двухфакторная производственная функция Кобба–Дугласа на основе статистических данных одного из национальных исследовательских университетов Санкт-Петербурга за 2008–2017 годы. В качестве показателя объема производства выбрана величина совокупного дохода университета от всех видов деятельности (образовательной, научно-исследовательской и иной, приносящей доход). В качестве факторов производства – реальная стоимость основных фондов (машин и оборудования) университета и среднемесячная заработная плата одного его работника по основной должности. Получены следующие коэффициенты производственной функции: общий показатель технологической продуктивности факторов, коэффициент технологической эластичности капитала, коэффициент технологической эластичности труда. Анализ данных коэффициентов показал, что в университете в 2008–2017 гг. наблюдался фондосберегающий (экстенсивный) рост, а так же что в изучаемый период времени осуществляется расширенное воспроизводство производственных факторов. Показано, что величины рассматриваемых коэффициентов отличаются незначительно. Это свидетельствует о том, что использование технического перевооружения, так же, как и повышение среднемесячной заработной платы одного работника, являются равноправными факторами в производственном процессе университета. Построен набор изоквант, образующий карту изоквант, полученных при разных значениях объема выпуска (доходов университета). В перспективе планируется модификация двухфакторной функции Кобба–Дугласа под современные условия развития общества и экономики в силу того, что на практике прямой зависимости между факторами производства и объемами производства не существует и качественный продукт не всегда можно получить без достаточного количества необходимых основных фондов, но при большем числе работников.

Ключевые слова: производственная функция Кобба–Дугласа, кластер, университет, доходы, капитал, основные средства, ресурсы, среднемесячная заработная плата

Ссылка при цитировании: Васецкая Н.О., Глухов В.В. исследование деятельности университета в структуре кластера на основе модели Кобба–Дугласа // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 3. С. 153–161. DOI: 10.18721/JE.12313

ACTIVITIES OF UNIVERSITY IN CLUSTER STRUCTURE BASED ON COBB–DOUGLAS

N.O. Vaseyskaya, V.V. Glukhov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

The degree of economic development of any country is determined by the level of development of production. The process of production of products (tangible and intangible) is associated with consumption of a variety of resources, which include everything that is necessary for production activities, i.e., raw materials, labor, energy, equipment, etc. The Cobb–Douglas production function reflects the dependence of the volume of production on the factors of production that create it, while being relatively simple, universal and adequate. We have constructed a two-factor Cobb–Douglas production function based on statistical data of one of St. Petersburg’s national research universities for 2008–2017. We have chosen the value of the total income of the university from all activities (education, research and other income-generating activities) as an indicator of the volume of production and the real cost of fixed assets (machinery and equipment) of the university and the average monthly salary of a fulltime employee as factors of production. The following coefficients of the production function have been obtained: the total index of technological productivity of factors, the coefficient of technological elasticity of capital, the coefficient of technological elasticity of labor. Analysis of these coefficients has revealed fund-saving (extensive) growth for the university in 2008–2017; extended reproduction of production factors was also observed in that period. We have established that the values of the given coefficients differ slightly. This indicates that technical re-equipment, as well as increase in the average monthly salary of an employee are equal factors in the production process of the university. A set of isoquants forming a map of the isoquants obtained at different values of the output volume (university income) has been constructed. In the future, it is planned to modify the two-factor Cobb–Douglas function for current conditions of socio-economic development due to the fact that in practice there is no direct relationship between the factors of production and production volumes and a quality product cannot always be obtained without a sufficient amount of necessary fixed assets but with a larger number of employees.

Keywords: Cobb–Douglas production function, cluster, University, income, capital, fixed assets, resources, average monthly salary

Citation: N.O. Vaseyskaya, V.V. Glukhov, Activities of university in cluster structure based on Cobb–Douglas, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 12 (3) (2019) 153–161. DOI: 10.18721/JE.12313

Введение. Функции университетов в настоящее время согласно концепции «тройной спирали» связаны не только с образовательной (подготовка кадров «в течение всей жизни») и научной деятельностью (генерация знаний, проведение научных исследований, разработка технологий), но и с инновационной деятельностью (коммерциализация полученных новых технологий). Организационной формой, эффективно реализующей данные функции университетов, являются кластеры. Важнейшим структурным элементом кла-

стера является его инновационная инфраструктура – сеть взаимосвязанных организаций, субъектов инновационной деятельности. Роль университета при его участии в формировании инфраструктуры инновационного кластера связана с решением принципиальной задачи – созданием, сохранением и полноценном использовании научно-технического потенциала. Данный фактор требует от университетов динамичного поиска новых направлений модернизации образовательной системы и развития научных знаний.

Экономический рост страны характеризуется, прежде всего, такими макроэкономическими показателями, как валовой национальный продукт, валовой внутренний продукт, национальный доход, и сопровождается целым рядом количественных и качественных изменений в обществе, включая структурную трансформацию экономики. Производство как материальных, так и нематериальных ресурсов является основой любой экономики. От уровня развития производства в стране зависит экономика этой страны в целом.

В свою очередь, источниками любого производства являются ресурсы, которыми располагает то или иное общество. «Ресурсы – наличие средств труда, предметов труда, денег, товаров или людей для использования в настоящее время или в будущем» [1].

В экономической теории ресурсы принято делить на три группы. К первой группе относится фактор «труда», который представляет собой совокупность физических и умственных способностей человека, которые могут использоваться в процессе изготовления товара или оказания услуги. Данный фактор может быть рассмотрен в двух аспектах – или как исполнительский труд в процессе производства, или как управленческий труд по организации производственного процесса и разработке производственного плана, а также по непосредственному руководству сотрудниками» [2]. Фактор «капитал (физический)» относится ко второй группе и включает здания, сооружения, станки, оборудование, транспортные средства, необходимые для производства, различные юридические права. К третьей группе ресурсов можно отнести фактор «природные ресурсы» – земля и её недра, водоёмы, леса и т. д., т. е. все, что можно использовать в производстве в натуральном, необработанном виде.¹

Зависимость между количеством затрат ресурсов (факторов производства) и выпуском продукции (объемом производства) определяется с помощью производственной функции. Экономиче-

ский анализ с использованием аппарата производственных функций проводится на уровне микроэкономики. Производственные функции широко используются в задачах оценки технического прогресса, экономического роста [3–6].

В микроэкономике используется большое количество самых разнообразных функций производства, но чаще всего двухфакторные функции, которые легче анализировать в силу возможности их графического представления. Своеобразным компромиссом между сложностью математической зависимости и областью применимости выступает производственная функция Кобба–Дугласа. Ее безусловными преимуществами являются относительная простота функциональной зависимости при достаточной практической универсальности и адекватности. Она строится на реальных экономических показателях и может быть легко параметризована.

Аппарат теории производственных функций широко используется исследователями и считается эффективным инструментом моделирования производственных процессов. Он позволяет объяснить уровень совокупного выпуска количества затраченного капитала и труда, основных факторов производства. Эта модель стала основой для разработки моделей экономического роста, учитывающих увеличивающееся число факторов производства. Кроме того, производственные функции применяются для макроэкономического прогнозирования и оценки эффективности принимаемых управленческих решений.

Построением производственной функции в экономической литературе соответствующего профиля исследования занимались многие ученые для оценки платных медицинских услуг [7], оценки эффективности развития сельского хозяйства [8], эффективности использования основных ресурсов теплоэнергоснабжения [9]. Ими использовались такие факторы, как выручка, капитал, численность рабочих в компании [10], мотивация работников к труду через уровень оплаты труда [6], основные фонды [9], мировые цены на нефть [3, 11] и фактор инфраструктуры [11].

Таким образом, производственная функция Кобба–Дугласа дает возможность провести до-

¹ Глухов В.В., Некрасова Т.П. Экономические основы экологии: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. СПб., 2011. 385 с.

статочно полный анализ экономического состояния организации во многих направлениях экономической деятельности. Это обуславливает актуальность темы данного исследования.

Основная цель исследования заключается в проведении исследования и построении модели деятельности университета в виде производственной функции Кобба–Дугласа и определении показателей эффективности работы организации на основе полученной функции. В качестве примера для апробации полученных результатов моделирования в исследовании рассматривался один из национальных исследовательских университетов Санкт-Петербурга (далее – университет).

Для достижения поставленной цели исследования решены следующие задачи: проведен анализ данных по университету, построена производственная функция Кобба–Дугласа, получены коэффициенты линейной корреляции между доходами университета от всех видов деятельности и факторов производства, представлена карта изоквант.

Методика исследования. Производственная функция – это зависимость между набором факторов производства и максимально возможным объемом продукта, производимым с помощью данного набора факторов. Здесь рассматривается производственная функция Кобба–Дугласа, которая, как и любая другая, отражает существующую взаимосвязь между полученным результатом и комбинацией факторов, которые использовались для его достижения. Производственная модель Кобба–Дугласа рассматривает уже не только труд как ресурс для получения результата, но и капитал [12, 13]². Впервые производственная функция Кобба–Дугласа была предложена Кнутом Викселем, но проверена лишь в 1928 г. американскими экономистами Чарльзом Коббом и Полом Дугласом, и имеет следующий вид:

$$V = A L^a K^b, \quad (1)$$

² См. также: Симонов П.М. Экономико-математическое моделирование. Моделирование микро- и макроэкономических процессов и систем: учеб. пособие / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. 422 с.

где V – показатель объема производства, характеризующий реальную стоимость товаров и услуг, произведенных в определенный период времени; A – общий показатель технологической продуктивности факторов. Данный показатель является наиболее трудным для определения и предусматривает с определенным уровнем погрешности возможность несовершенства оценки вклада труда и капитала, а также влияние иных факторов; K – затраты вложенного капитала в производство определенного объема продукции, выражающиеся в реальной стоимости оборудования и машин, используемых в производстве (капитальные вложения в основные производственные фонды); L – затраты труда в производство определенного объема продукции, выражающиеся в количестве человеко-часов, отработанных всеми работниками за указанный период времени (трудозатраты); a – коэффициент технологической эластичности капитала; b – коэффициент технологической эластичности труда.

Важнейшими показателями производственной функции Кобба–Дугласа являются показатели эластичности факторов производства, которые отражают влияние изменения их соотношения на физический объем производства при иных равных условиях. Безразмерные показатели a и b показывают, насколько процентов произойдет относительное увеличение выпуска при относительном увеличении соответствующего ресурса на 1%. Эти значения определяются имеющимися технологиями, т. е. появление и разработка новых технологий сказываются на функции производства. Сумма значений эластичности выпуска по всем ресурсам называется эластичностью производства. В зависимости от значения эластичности производства можно говорить о различных экономических эффектах:

$a + b = 1$. Производственная функция имеет постоянную отдачу от масштаба. Это означает, что увеличение использования капитала и труда на 100% приведет к удвоению общего объема выпуска товаров;

$a + b < 1$. Производственная функция имеет убывающую отдачу от масштаба производства.

Увеличение ресурсов опережает увеличение выпуска, т. е. имеется отрицательный эффект расширения производства;

$a + b > 1$. Производственная функция имеет возрастающую отдачу от масштаба производства. Увеличение выпуска опережает увеличение роста ресурсов. Можно говорить о положительном эффекте расширения производства.

Анализ данной формулы показывает, что производственная функция характеризует двухфакторную модель взаимодействия капитала и труда в процессе производства и отражает линейную зависимость факторов K и L . Она применима преимущественно при оценке организаций с устойчивым функционированием и рассчитана на тип хозяйства, при котором техническая база производства изменяется медленно.

Производственная функции Кобба–Дугласа обладает следующими свойствами:

- постоянная отдача от масштаба. Означает, что если увеличить использование труда и капитала в n раз, то объем совокупного выпуска или объем дохода возрастет в такое же количество раз;
- изменение предельной производительности факторов – второе важное свойство функции Кобба–Дугласа. Если увеличить количество капитала, а труд использовать в прежнем объеме, то при прочих равных условиях предельная производительность труда увеличится, предельная производительность возросшего объема капитала снизится. Таким образом, нарушение пропорции между трудом и капиталом при заданной технологии приводит к отклонению от оптимального объема производства, т. е. к неэффективности;
- постоянство отношения дохода от труда к доходу от капитала, т. е. постоянство соотношения долей капитала и труда в национальном продукте.

Таким образом, производственная функция позволяет определить, за счет каких источников возможен экономический рост и каково влияние на него каждого из факторов.

При построении производственной функции Кобба–Дугласа параметры A , a , b можно оценить с помощью линейного регрессионного анализа по методу наименьших квадратов, для чего проводят

линеаризацию переменных и функцию приводят к линейному виду путем логарифмирования:

$$\lg(V) = \lg(A L^a K^b). \quad (2)$$

Далее, используя свойства логарифмов, представим это выражение в виде линейной двухфакторной регрессионной модели:

$$\lg(V) = \lg(A) + a \lg(K) + b \lg(L). \quad (3)$$

Также проведен корреляционный анализ между функцией V и переменными K и L , получены линейный коэффициент корреляции. Данный метод обработки заключается в изучении коэффициентов корреляции между переменными, при этом сравниваются коэффициенты корреляции между одной парой или множеством пар признаков для установления между ними статистических взаимосвязей.

Результаты исследования. На основе данной модели нами проведен анализ деятельности университета за 2008–2017 гг. В качестве функции V был рассмотрен совокупный доход университета от всех видов деятельности (образовательной, научно-исследовательской, иной, приносящей доход) за рассматриваемый период, а в качестве факторов K и L – реальная стоимость основных фондов (машин и оборудования) и среднемесячная заработная плата одного работника по основной должности соответственно. Данные показатели приведены в сопоставимых ценах 2008 г. и представлены в таблице.

В рамках исследования осуществлено моделирование влияния стоимости основных средств и среднемесячной заработной платы одного работника на совокупный доход от всех видов деятельности университета с помощью двухфакторной нелинейной модели на базе данных в исследуемом периоде 2008–2017 гг. (см. таблицу). Расчет соответствующих показателей проведен с использованием методологии проведения корреляционно-регрессионного метода³.

³ Елисева И.И. [и др.]. Эконометрика: учебник для бакалавриата и магистратуры / под ред. И.И. Елисеевой. М.: Юрайт, 2017. 449 с.; Бараз В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учеб. пособие. Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2005. 102 с.

**Показатели производственной функции университета
в 2008–2017 гг.**

**Indicators of the production function of the university
in 2008–2017**

Год	Доходы (V), млн руб.	Стоимость основных средств (K), млн руб.	Среднемесячная заработная плата одного работника по основной должности (L), млн руб./чел.
2008	1 604,47	4 581,13	0,0201
2009	1 715,18	4 700,86	0,0133
2010	1 962,89	4 748,47	0,0144
2011	1 945,34	4 441,95	0,0217
2012	2 963,88	4 532,99	0,0254
2013	3 669,18	4 880,05	0,0258
2014	3 685,56	5 582,41	0,0256
2015	4 269,38	5 414,37	0,0259
2016	4 550,47	6 792,25	0,0333
2017	4 023,84	6 969,25	0,0340

Рассчитанная на основе метода наименьших квадратов двухфакторная линейная функция регрессионная модель представлена в следующем виде:

$$\lg(V) = 0,8167 + 0,7635 \lg(K) + 0,8167 \lg(L). \quad (4)$$

Спецификация экономической модели для изучаемого университета имеет вид:

$$V = 0,898 \cdot 10^2 K^{0,764} L^{0,817}. \quad (5)$$

В результате проведенного анализа получены следующие значения коэффициентов:

$$A = 0,898 \cdot 10^2;$$

$a = 0,764$, т. е. при увеличении основных фондов на 1 % совокупный доход университета увеличится на 0,764 %;

$b = 0,817$, т. е. при увеличении среднемесячной заработной платы одного работника по основной должности на 1 % совокупный доход университета увеличится на 0,817 %.

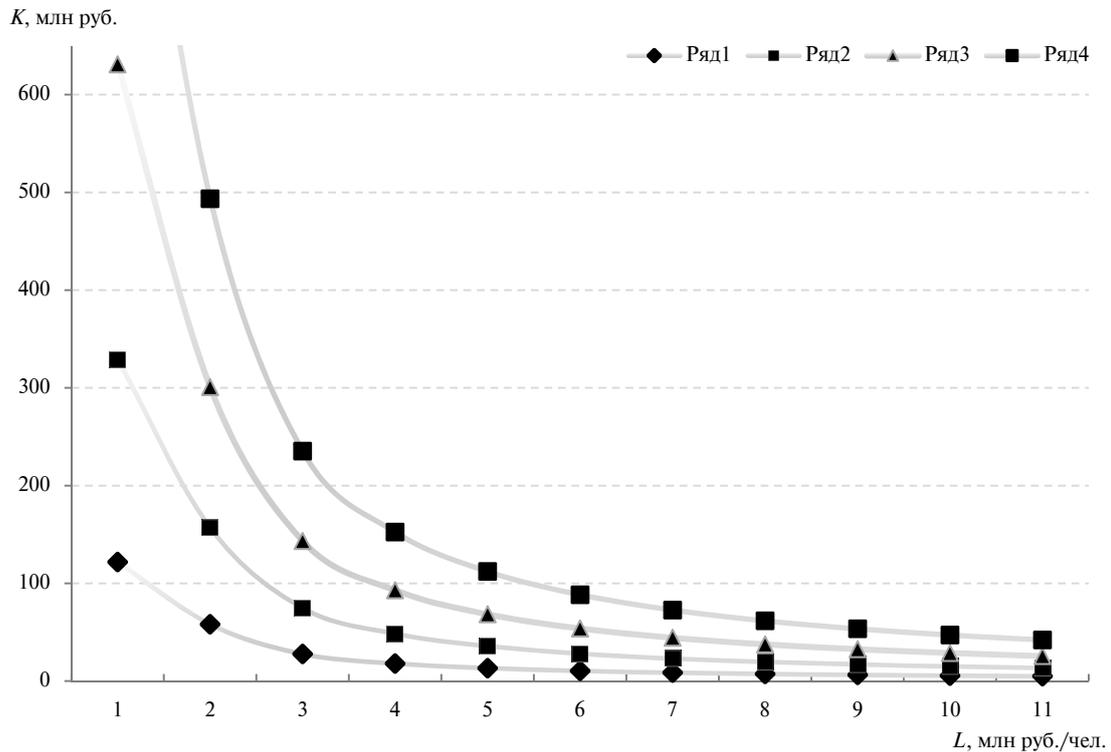
Так как коэффициент технологической эластичности труда больше коэффициента технологической эластичности производства, то

можно сделать вывод о том, что в 2008–2017 гг. наблюдался фондосберегающий (экстенсивный) рост. Обратная ситуация характеризовалась бы как трудосберегающий (интенсивный) рост⁴.

На основе того, что сумма a и b больше единицы, можно утверждать, что в изучаемый период времени в университете осуществляется расширенное воспроизводство производственных факторов [14, 15]. В рассматриваемой ситуации более высокий уровень влияния оказывает фактор L (величина среднемесячной заработной платы одного работника по основной должности), что подтверждается статистическими данными, в частности формой № П-4 «Сведения о численности и заработной плате работников». При этом производственные фонды, как производственный фактор, согласно коэффициентам технологической эластичности менее эластично используются. Это определяется тем, что приобретение нового инновационного оборудования сопровождается достаточно высокими затратами. Однако в силу того, что величины рассматриваемых коэффициентов отличаются незначительно, можно сделать вывод о том, что использование технического перевооружения, так же, как и повышение среднемесячной заработной платы одного работника, являются равноправными факторами в производственном процессе университета.

Коэффициенты линейной корреляции, полученные при проведении корреляционного анализа между функцией V и переменными K и L , также подтверждают полученный результат и равны, соответственно, 0,7712 и 0,8635. Данные значения коэффициентов линейной корреляции показывают достаточно сильную зависимость доходов университета за рассматриваемый период от стоимости основных производственных фондов и среднемесячной заработной платы одного работника.

⁴ Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Вуз. учебник: Инфра-М, 2012.



Карта изоквант
Isoquant map

При различных сочетаниях факторов производства K и L объем выпуска может оставаться одним и тем же. Это демонстрирует набор изоквант, образующий карту изоквант, полученных при разных значениях объема выпуска (доходов университета) C . Они показывают, как изменяется сочетание ресурсов, необходимых для получения некоторых фиксированных объемов выпуска. Уравнение изокванты имеет вид:

$$K(L) = \sqrt[\alpha]{\frac{C}{AL^\alpha}}. \quad (6)$$

Построим изокванты, соответствующие доходам университета от всех видов деятельности в размере 2 000,0 млн руб. (ряд 1), 3 000,0 млн руб. (ряд 2), 4 000,0 млн руб. (ряд 3), 5 000,0 млн руб. (ряд 4) соответственно (см. рисунок).

Из графика видно, что изокванты не пересекаются и каждая следующая изокванта проходит дальше от начала координат. Стремление к координатным осям изоквант означает, что объем выпуска может быть достигнут при сколь угодно ма-

лом количестве одного из ресурсов, но при достаточном количестве другого. Так, нехватка основных фондов, согласно изокванте функции Кобба–Дугласа, может быть всегда компенсирована количеством работников по основному месту работы. То есть, если уменьшать затраты на оплату труда (вследствие уменьшения работников), увеличивая при этом использование машин и оборудования, то можно добиться такого же объема выпуска, что и при увеличении затрат на оплату труда, но уменьшении применения основных средств.

В действительности дело обстоит не совсем так. Качественный продукт не всегда можно получить без достаточного количества необходимых основных фондов, но при большем числе рабочих. Это недостаток функции Кобба–Дугласа.

Выводы. Таким образом, в ходе исследования получена производственная функция Кобба–Дугласа, на основании которой установлено, что совокупный доход университета от всех видов

деятельности в равной степени зависит как от стоимости основных производственных фондов (машин и оборудования) организации, так и от выплачиваемой среднемесячной заработной платы работников по основному месту работы. Кроме того, между функцией и производственными факторами получены коэффициенты линейной корреляции, которые показывают достаточно сильную зависимость между ними. Двухфакторная нелинейная модель подтверждает, что результативность деятельности университета остается высокой и в перспективе следует ожидать улучшение результатов.

Стоит отметить, что рассматриваемая математическая модель предусматривает прямую зависимость между факторами производства и доходами университета. Однако необходимо понимать, что на практике прямой зависимости между факторами производства и объемами производства не существует. Например, принимая на работу новых работников, предприятие создает предпосылки для выпуска дополнительного объема продукции. Но в то же время каждый

привлеченный новый работник увеличивает для предприятия затраты по оплате труда. Кроме того, нет гарантии, что привлеченный работник будет обладать необходимыми компетенциями, которые позволят предприятию получить доход от реализации этой продукции.

Помимо этого, научно-технический прогресс является важным двигателем экономического роста и охватывает целый ряд явлений, характеризующих совершенствование процесса производства. Он включает в себя совершенствование технологий, процесс роботизации, новые методы и формы управления и организации производства. Таким образом, говоря о зависимости между факторами производства и доходами университета, необходимо понимать, что производственная функция Кобба–Дугласа требует адаптации под современные условия развития общества и экономики.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках выполнения исследований по проекту № 18-010-01119.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Доугерти К.** Введение в эконометрику. М.: Инфра-М. 2009. 465 с.
- [2] **Кушнир И.В.** Оборотные средства предприятия // Экономика предприятия. 2010. № 13. С. 8.
- [3] **Кирилло И.Л.** Модели производственных функций для российской экономики // Компьютерные исследования и моделирование. 2013. Т. 5, № 2. С. 293–312.
- [4] **Копотева А.В., Черный С.А.** Применение модели Кобба–Дугласа для построения сценария посткризисного развития экономики // Вопросы экономических наук. 2011. № 6. С. 31–35.
- [5] **Подкорыгова О.А., Алексеев А.Г., Чигвинцева Т.А.** Долгосрочное влияние нефтяных цен на российскую экономику // Финансы и бизнес. 2011. № 3. С. 121–131.
- [6] **Буравлев А.И.** Трехфакторная производственная модель Кобба–Дугласа // Экономика и управление: проблемы, решения. 2012. № 3. С. 13–19.
- [7] **Дорохов Н.В.** Оценка платных медицинских услуг с помощью функции Кобба–Дугласа // Моделирование и прогнозирование развития отраслей социально-экономической сферы : Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. 2016. С. 22–26.
- [8] **Зюкин Д.А., Жилин В.В.** Применение функции Кобба–Дугласа при оценке развития сельскохозяйственного производства Курской области // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. № 4-2 (9-2). С. 299–302.
- [9] **Якимов Е.С.** Моделирование и анализ комбинированной выработки энергии на ТЭЦ ВАЗа // Радиотехника, электротехника и энергетика. 2017. С. 399.
- [10] **Алексеева К.В., Галиаскарова Г.Р.** Построение производственной функции Кобба–Дугласа на основе статистических данных компании «ГАЗ-ПРОМ» // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2017. № 1(64). С. 58–62.
- [11] **Афанасьев А.А., Пономарева О.С.** Производственная функция народного хозяйства России в 1990–2012 гг. // Экономика и математические методы. 2014. Т. 50, №4.
- [12] **Клейнер Г.Б.** Производственные функции: теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика. 1986. 239 с.
- [13] **Самошкова Л.Д.** Применение модели Р. Солю для экономики России // Проблемы региональной экономики. 2015. № 31. С. 29–52.

[14] **Киселёв Ю.Н., Орлов М.В.** Оптимальная программа распределения ресурсов в двухсекторной экономической модели с производственной функцией Кобба–Дугласа // Дифференциальные уравнения. 2010. Т. 46. № 12. С. 1749–1765.

[15] **Зюкин Д.А., Пожидаева Н.А.** Оценка перспектив развития сельскохозяйственного производства по инновационному сценарию на основе нелинейной эконометрической модели // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 5. С. 30–31.

ВАСЕЦКАЯ Наталья Олеговна. E-mail: vno@spbstu.ru

ГЛУХОВ Владимир Викторович. E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru

Статья поступила в редакцию: 31.05.2019

REFERENCES

[1] **K. Dougherty**, Introduction to econometrics. M.: Infra-M. 2009.

[2] **I.V. Kushnir**, Current assets of the enterprise, Enterprise Economics, 13 (2010) 8.

[3] **I.L. Kirilyuk**, Models of production functions for the Russian economy, Computer studies and modeling, 5 (5) (2013) 293–312.

[4] **A.V. Kopoteva, S.A. Cherny**, Application of the Cobb–Douglas model to construct a scenario of post-crisis economic development, Questions of economic Sciences, 6 (2011) 31–35.

[5] **O.A. Podkorytova, A.G. Alekseev, T.A. Chigvintseva**, long-Term impact of oil prices on the Russian economy, Finance and business, 3 (2011) 121–131.

[6] **A.I. Buravlev**, Three-Factor production model of Cobb–Douglas, Economics and management: problems, solutions, 3 (2012) 13–19.

[7] **N.V. Dorokhov**, Evaluation of paid medical services with the help of Cobb–Douglas production function, Modeling and forecasting of development of branches of social-economic sphere: All-Russian scientific-practical conference with international participation, (2016) 22–26.

[8] **D.A. Zyukin, V.V. Zhilin**, Application of the Cobb–Douglas function in assessing the development of agricultural production in Kursk region, Actual directions

of scientific researchers of the XXI century: theory and practice, 4-2 (9-2) (2014) 299–302.

[9] **E.S. Yakimov**, Modelling and analysis of combined energy generation at CHPP Vase, Electronics, electrotechnics and energy, (2017) 399.

[10] **K.V. Alekseeva, G.R. Galiaskarova**, Construction of Cobb–Douglas production function on the basis of statistical data of GAZPROM, Economics and management of innovative technologies, 1 (64) (2017) 58–62.

[11] **A.A. Afanasiev, O.S. Ponomareva**, Production function of the national economy of Russia in 1990–2012, Economics and mathematical methods, 50 (4) (2014).

[12] **G.B. Kleiner**, Production functions: theory, methods, application. M.: Finance and statistics. 1986.

[13] **L.D. Samushkova**, Applying the model of R. Solow for the Russian economy, Problems of regional Economics, 31 (2015) 29–52

[14] **Yu.N. Kiselev, M.V. Orlov**, Optimal resource allocation program in a two-sector economic model with Cobb–Douglas production function, Differential equations, 46 (12) (2010) 1749–1765.

[15] **D.A. Zyukin, N.Ah. Pozhidaeva**, Assessment of prospects of development of agricultural production according to the innovative scenario on the basis of nonlinear econometric model, Bulletin of the Kursk state agricultural Academy, 5 (2014) 30–31.

VASEYSKAYA Natalia O. E-mail: vno@spbstu.ru

GLUKHOV Vladimir V. E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru