
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

SOCIO-ECONOMIC FORECASTING AND MODELLING

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.21869/2223-1552-2022-12-4-168-179>



Методология оценки эффективности инфраструктурных дорожных проектов и ее приложение к регионам кластера «Черноземье»

А. В. Шлеенко¹ ✉, Н. Д. Кликунов²

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

² Курский институт менеджмента, экономики и бизнеса
ул. Радищева 35, г. Курск 305000, Российская Федерация

✉ e-mail: shleenko77@mail.ru

Резюме

Актуальность инфраструктурных дорожных проектов подчеркнута как Президентом РФ В. В. Путиным, так и губернатором Курской области Р. В. Старовойтом. Крупные инфраструктурные дорожные инвестиции требуют количественной стоимостной оценки ожидаемой отдачи от них.

Цель – разработка методики оценки эффективности инфраструктурных дорожных проектов и ее имплементация к региональным центрам кластера «Черноземье».

Задачи: адаптация гравитационной модели Ньютона к региональному экономическому развитию с учетом транспортной составляющей; оценка затрат на сглаживание дорог, соединяющих областные центры кластера «Черноземье»; оценка экономического эффекта инфраструктурного дорожного проекта в кластере «Черноземье».

Методология. Статья подготовлена в рамках позитивистской парадигмы и аддуктивного подхода, использованы методы экономико-математического моделирования, сравнительной статистики и экономического анализа. В работе применялся статистический метод.

Результаты: предложена методология оценки эффективности инфраструктурных дорожных инвестиций на основе модификации гравитационной модели; показано влияние областного центра на развитие региона и рассчитаны коэффициенты воздействия; рассчитаны значения коэффициентов притяжения между областными центрами кластера «Черноземье»; предложены наиболее актуальные направления по выравниванию федеральных дорог в кластере «Черноземье»; определен экономический эффект от реализации инфраструктурного дорожного проекта по методикам ЧПС, ПС, РІ, рентабельность и окупаемость проекта.

Выводы. Приложение гравитационной модели Ньютона к региональной экономике позволяет рассчитывать коэффициенты экономического притяжения между областными центрами. Коэффициенты притяжения устойчивы во времени и меняются в результате инновационного развития и реализации инфраструктурных проектов. Схема дорожного покрытия в кластере «Черноземье» не является оптимальной. Сглаживание сети федеральных дорог позволит получить мультипликационный эффект для развития Курской, Белгородской, Брянской, Орловской, Липецкой и Воронежской областей. Ожидаемая рентабельность проекта составит 5,9%, срок окупаемости проекта при отсутствии альтернативных вариантов инвестиций – 16 лет 9 месяцев.

Ключевые слова: гравитационная модель; приложение гравитационной модели к региональному кластеру; коэффициенты притяжения; валовой региональный продукт; издержки дорожного строительства.

© Шлеенко А. В., Кликунов Н. Д., 2022

Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент /
Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management. 2022; 12(4): 168–179

Конфликт интересов: В представленной публикации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования, нет результатов научных работ, выполненных авторами публикации лично и (или) в соавторстве, без соответствующих ссылок. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Для цитирования: Шлеенко А. В., Кликунов Н. Д. Методология оценки эффективности инфраструктурных дорожных проектов и ее приложение к регионам кластера «Черноземье» // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2022. Т. 12, № 4. С. 168–179. <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2022-12-4-168-179>.

Поступила в редакцию 31.05.2022

Принята к публикации 01.07.2022

Опубликована 31.08.2022

Methodology for Evaluating the Effectiveness of Infrastructure Road Projects and its Application to the Regions of the Chernozemye Cluster

Aleksey V. Shleenko ¹ ✉, Nikolai D. Klikunov²

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

² Kursk Institute of Management, Economy and Business
35 Radischev Str., Kursk 305000, Russian Federation

✉ e-mail: shleenko77@mail.ru

Abstract

Relevance. The relevance of infrastructure road projects was emphasized by both the President of the Russian Federation V. V. Putin and the Governor of the Kursk region R. V. Starovoit. Large infrastructure road investments require a quantitative valuation of the expected return on them.

The purpose is to development of a methodology for evaluating the effectiveness of infrastructure road projects and its implementation to the regional centers of the Chernozemye cluster.

Objectives: adaptation of Newton's gravitational model to regional economic development, taking into account the transport component; estimation of the costs of smoothing roads connecting the regional centers of the cluster "Chernozemye"; assessment of the economic effect of an infrastructure road project in the Black Earth cluster.

Methodology. The article is prepared within the framework of the positivist paradigm and the adductive approach, methods of economic and mathematical modeling, comparative statics and economic analysis are used. The statistical method was used in the work.

Results: a methodology for evaluating the effectiveness of infrastructure road investments based on the modification of the gravity model is proposed; the influence of the regional center on the development of the region is shown and the impact coefficients are calculated; the values of the coefficients of attraction between the regional centers of the cluster "Chernozemye" are calculated; the most relevant directions for the alignment of federal roads in the Chernozemye cluster are proposed; the economic effect of the implementation of the infrastructure road project according to the methods of PPP, PS, PI, profitability and payback of the project is determined.

Conclusions. The application of Newton's gravitational model to the regional economy makes it possible to calculate the coefficients of economic attraction between regional centers. The coefficients of attraction are stable over time and change as a result of innovative development and implementation of infrastructure projects. The road surface scheme in the Chernozemye cluster is not optimal. Smoothing the network of federal roads will allow to obtain a multiplier effect for the development of Kursk, Belgorod, Bryansk, Oryol, Lipetsk and Voronezh regions. The expected profitability of the project will be 5.9%, the payback period of the project in the absence of alternative investment options is 16 years 9 months.

Keywords: oligopolistic competition; constant elasticity; Cournot competition; non-radical innovations; equilibrium; management efficiency index; competitive advantages.

Conflict of interest: In the presented publication there is no borrowed material without references to the author and (or) source of borrowing, there are no results of scientific works performed by the authors of the publication, personally and (or) in co-authorship, without relevant links. The authors declares no conflict of interest related to the publication of this article.

For citation: Shleenko A. V., Klikunov N. D. Methodology for Evaluating the Effectiveness of Infrastructure Road Projects and its Application to the Regions of the Chernozemye Cluster. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment = Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*. 2022; 12(4): 168–179. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2022-12-4-168-179>.

Received 31.05.2022

Accepted 01.07.2022

Published 31.08.2022

Введение

Как отметил на совещании по развитию дорожного строительства Президент РФ В. В. Путин 2 июня 2022 г., «новые дороги, более удобная логистика – это новые перспективы для бизнеса, для укрепления связей между регионами, наращивания экспорта. Всё это в целом создаёт прочную основу для роста экономики и успешного решения задач в социальной сфере, повышает темпы развития всей страны» [1].

С идеями Президента созвучна позиция губернатора Курской области Р. В. Старовойта, высказанная в интервью ГТРК «Курск» 20 марта 2022 г.: «В новой экономической ситуации крайне важно не снижать темпов строительных и ремонтных работ» [2].

Крупные инфраструктурные дорожные инвестиции требуют количественной стоимостной оценки ожидаемой отдачи от них [3]. Статья предлагает методологию оценки инфраструктурных дорожных проектов, связывающих областные центры, методика оценки применена к проекту «Выравнивание дорог, связывающих областные центры кластера «Черноземье», т. е. к федеральным трассам, соединяющим Брянск, Орел, Курск, Белгород, Липецк и Воронеж.

Оптимизация сети дорожного покрытия в кластере «Черноземье» будет способствовать как интеринновационным, так и интраинновационным переливам [4], как на уровне областных центров, так и самих субъектов кластера:

1. Областные центры являются местами концентрации бизнеса, коммуникации различных бизнесов на отно-

сительно сконцентрированной территории способствует формированию инновационной среды [5].

2. Областные центры являются местами сосредоточения высших учебных заведений, а высшие учебные заведения являются своеобразным инновационным «локомотивом». Инновации могут диссеминироваться не только в виде патентов, копирайтов, франчайзинга, брендов, инновационных технологий и проч., но и непосредственно через человеческий капитал, формируемый у студентов на стадии их обучения в областном центре. Возвращение молодого специалиста в свой районный центр после окончания обучения в областном вузе ведет к инновационному трансферу, воплощенному в человеческом капитале [6; 7].

3. Областные (региональные) центры являются местом сосредоточения научной активности, которая также ведет к формированию благоприятной инновационной среды [8].

Создание благоприятной инновационной среды в областном центре того или иного субъекта Российской Федерации задает благоприятный вектор инновационного развития для региона в целом. Та же логика применима и региональному кластеру [9].

Материалы и методы

Приложение гравитационной модели к региональному кластеру «Черноземье»

Развитие пространственной экономики в XX и XXI вв. пошло в сторону имплементации гравитационной модели Исаака Ньютона, где вместо физических тел стали использоваться страны, территории, города и т. д. [10].

С точки зрения гравитационной модели областной (региональный) центр есть определенный «центр масс», с наиболее высокой плотностью населения, который притягивает к себе не только города меньшей иерархии, но и находится в определенном гравитационном взаимодействии с другими областными центрами. Города, подобно физическим телам, притягивают друг друга [11].

Физическая гравитационная модель постулирует, что сила гравитационного притяжения (F) между двумя центрами масс (M_1, M_2), разделёнными расстоянием (S), пропорциональна обоим массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними, или в формульном виде:

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{S^2},$$

где G – гравитационная постоянная, равная $6,67408(31) \cdot 10^{-11}$.

Исаак Ньютон, разработчик гравитационной модели, пришел к однозначному выводу, что физические тела притягиваются друг к другу, чем больше вес этих тел, тем сила притяжения выше. В дальнейшем Альберт Эйнштейн развил эту теорию, значительно усложнив математический аппарат [12].

Экономисты взяли на вооружение гравитационную модель Ньютона и стали использовать её для анализа внешнеэкономических связей между разными странами, территориями и т. д. [13].

С помощью гравитационной модели можно оценить и предсказать интенсивность торговых, миграционных, инвестиционных потоков, а также выделить потенциальные перспективные направления для их развития. В традиционной версии гравитационной модели двусторонняя торговля между странами (т. е. суммарный экспорт товаров и услуг) имеет прямую зависимость от экономической мощи двух стран и обратную зависимость от расстояния между этими странами. В качестве из-

мерителя экономической мощи стран чаще всего берется их валовой внутренний продукт (ВВП), расстояние измеряется либо напрямую, либо используют некий параметр, связанный с транспортными затратами на перемещение экспорта и импорта из одной страны в другую [14].

Если валовой внутренний продукт (ВВП) первой страны обозначить как Y_1 , второй как Y_2 , расстояние как $S(1,2)$, а сумму стоимостей экспорта $X(1,2)$, то формула Ньютона (применительно к международной торговле) модифицируется в следующий вид:

$$X(1,2) = G \cdot \frac{(Y_1^\alpha) \cdot (Y_2^\beta)}{S(1,2)^\delta},$$

где G – коэффициент, аналогичный гравитационной постоянной Ньютона; α, β – коэффициент эластичности интенсивности международной торговли от экономической мощи, соответственно, первой и второй страны. Можно рассматривать данные коэффициенты в качестве некой специфической связующей между ВВП и интенсивностью международной торговли между двумя странами, определяемой историческими особенностями, ментальностью, колеей развития (path dependence); δ – индикатор чувствительности двусторонней торговли между странами к расстоянию между ними.

Следует обратить внимание на то, что внешнеэкономический аналог формулы притяжения имеет в отличие от формулы Ньютона намного больше переменных. В представленном ниже логарифмическом виде «закона экономического притяжения» эти параметры выделены полужирным шрифтом:

$$\ln(X(1,2)) = \ln(\mathbf{G}) + \alpha \cdot \ln(Y_1) + \beta \cdot \ln(Y_2) - \delta \cdot \ln(S(1,2)) + \varepsilon(1,2),$$

где $\varepsilon(1,2)$ обозначает статистическую погрешность, которая не имеет экономического значения, но является оценкой статистической погрешности.

Если задачей Ньютона было определение параметра G – гравитационной постоянной, то экономисты претендуют на то, чтобы измерять как минимум четыре константы [15]. В развитии дискуссии с концепцией Сена и Смита, изложенной в статье *Gravity Models of Spatial Interaction Behavior*, следует отметить, что увеличение количества эндогенных переменных удобно с точки зрения эконометрического анализа, но снижает общую предсказательную силу модели. Поэтому в целях решения задач, поставленных в рамках данной статьи, авторы будут придерживаться упрощений, которые позволят оценить эффективность инфраструктурных дорожных инвестиций в региональном кластере Черноземье, исходя из классической ньютоновской модели, при следующих параметрах:

$$G = 1, \alpha = 1, \beta = 1, \delta = 2.$$

В этом случае логарифмический вид экономической гравитационной модели будет редуцирован до почти классической ньютоновской формулы:

$$\ln(X(1,2)) = \ln(Y1) + \ln(Y2) - 2 \cdot \ln(S(1,2)) + \varepsilon(1,2).$$

Это позволит без потери общности оценить выгоды от предлагаемой инновации по выравниванию дорог, соединяющих областные центры кластера «Черноземье».

Результаты и их обсуждение

Коэффициенты притяжения в региональном кластере «Черноземье»

Для оценки степени притяжения между областными центрами регионального кластера «Черноземье» вместо показателей, характеризующих национальную экономику в целом, будут использоваться статистически доступные показатели, характеризующие экономическое развитие областных центров кластера «Черноземье».

Особенностью российской статистики является то, что оценки валового городского продукта в ней не приводятся. Поэтому вместо валового городского продукта в качестве центра масс, т. е. параметров $Y1, Y2$, будет браться численность населения областного центра. Связь городского валового продукта с количеством населения областного центра является положительно скоррелированной и близкой к единице, так как население и трудовые ресурсы областного центра определяют его экономическую мощь.

В 2021 г. наиболее крупным областным центром кластера «Черноземье» был город Воронеж, с населением более миллиона человек, численность населения в других областных центрах приводится ниже (табл. 1).

Таблица 1. Население областных центров регионального кластера «Черноземье» в 2021 г. [16; 17]

Областной центр кластера «Черноземье»	Население, тыс. чел
Курск	451
Брянск	400
Орел	304
Липецк	503
Воронеж	1051
Белгород	393

Областные центры связаны между собой автомобильными трассами, по которым в настоящее время осуществляются основные пассажиропотоки и товарные потоки, обеспечивающие реализацию валового регионального продукта вне пределов области.

В настоящее время протяженность дорог, связывающих шесть областных центров регионального кластера «Черноземье», составляет 4 260 км. Протяженность существующих автомобильных трасс, связывающих региональные центры кластера «Черноземье», представлена ниже (табл. 2).

Таблица 2. Протяженность автомобильных трасс, связывающих областные центры кластера «Черноземье», км

Областной центр кластера «Черноземье»	Курск	Брянск	Орел	Липецк	Воронеж	Белгород
Курск	0	257	172	326	227	143
Брянск		0	130	423	475	418
Орел			0	295	314	303
Липецк				0	134	386
Воронеж					0	257
Белгород						0

Используя параметры рассмотренной выше гравитационной модели, рассчитаем коэффициенты притяжения, аналог параметра $X(1,2)$ между областными центрами кластера «Черноземье». Например, коэффициент притяжения между Курском и Брянском будет равен произведению населения жителей областных центров Курск и Брянск (тыс. чел.), деленному на квадрат расстояния между этими областными центрами в километрах по автомобильной трассе:

$$X(\text{Курск, Брянск})=451 \cdot 400/257^2=2,73.$$

Гравитационная модель и авторы исследования утверждают, что чем выше коэффициент притяжения между областными центрами, тем выше интенсивность пассажиропотоков и товарооборота между двумя «парными» регионами.

В таблице 3, приведенной ниже, подсчитаны парные коэффициенты притяжения между областными центрами регионального кластера «Черноземье».

Таблица 3. Парные коэффициенты притяжения между областными центрами регионального кластера «Черноземье»

Областной центр кластера «Черноземье»	Курск	Брянск	Орел	Липецк	Воронеж	Белгород
Курск	0,00	2,73	4,63	2,13	9,20	8,67
Брянск		0,00	7,20	1,12	1,86	0,90
Орел			0,00	1,76	3,24	1,30
Липецк				0,00	29,44	1,33
Воронеж					0,00	6,25
Белгород						0,00

В наибольшей степени «притягиваются» друг к другу следующие областные центры: Брянск – Орел; Курск – Воронеж; Курск – Белгород; Воронеж – Белгород.

Для этих пар областных центров коэффициент притяжения свыше 5. В наибольшей степени экономически связаны между собой Воронеж и Липецк, для этой пары коэффициент притяжения составляет 29,44.

Сумма всех парных коэффициентов притяжения равна 81,77.

Важно отметить, что данный подход можно также использовать для определения понятия кластера как такового. Оче-

видно, что условием кластеризации является наличие некоторого критического «притяжения» между субъектами, входящими в него. Эта идея требует дальнейшего обсуждения и возможного применения в региональной географии и региональной экономике.

По экспертным оценкам, до 2/3 ВРП типичной области Черноземья перемещается в другие регионы и не потребляется внутри пределов региона, производшем его [18]. Вопрос объемов потребления доли ВРП региона соседними регионам в нашем случае регионами кластера «Черноземье» является более дискуссионным.

В целях упрощения будут использованы следующие параметры:

– 1/3 – доля произведенного валового регионального продукта (ВРП), потребляемая внутри самого региона;

– 1/6 – доля произведенного валового регионального продукта (ВРП), потребляемая другими регионами кластера «Черноземье»;

– 1/2 – доля произведенного валового регионального продукта (ВРП) вне регионального кластера «Черноземье».

Для расчета экономического эффекта авторы исходят из допущения, что результатом сглаживания автомобильных дорог станет рост интенсивности пассажиро- и грузопотоков между областными центрами на 1/6 от ожидаемого прироста регионального ВРП. На практике это значение может быть и более значительным, так как выгоды от предлагаемого проекта касаются не только анализируемых областей кластера «Черноземье», но и других регионов.

Смысл инфраструктурного инновационного проекта «Сглаживание автомобильных дорог» в кластере «Черноземье» состоит в том, что выпрямление автомобильных трасс, связывающих областные центры, увеличит «силу притяжения» между регионами и приведет к росту регионального ВРП за счет увеличения спроса

со стороны соседних регионов, входящих в кластер «Черноземье» [19].

Предлагаемый проект позволяет получить значительную экономию на транспортных расходах. Экономия транспортных расходов, в соответствии с гравитационной моделью, увеличивает степень притяжения между регионами кластера «Черноземье», приводит к росту спроса на ВРП, а рост спроса ведет к увеличению объемов регионального выпуска. Представленная гравитационная модель позволяет получить количественную оценку влияния проекта на суммарный региональный ВРП кластера «Черноземье».

Расстояние по прямой между областными центрами кластера «Черноземье» в сумме составляет 3511 км (табл. 4).

Некоторые существующие автомобильные трассы в кластере «Черноземье» близки к оптимальным, и потеря расстояния при движении по ним относительно незначительна. В таблице 5 желтым цветом указаны автомобильные трассы с наиболее значительной потерей расстояния при движении из одного областного центра в другой. Соответственно сглаживание этих автомобильных трасс позволит сократить протяженность маршрутов, время в пути и усилить притяжение между областными центрами.

Таблица 4. Расстояние между областными центрами кластера «Черноземье», км

Областной центр кластера «Черноземье»	Курск	Брянск	Орел	Липецк	Воронеж	Белгород
Курск	0	209	137	256	209	130
Брянск		0	115	358	370	331
Орел			0	240	259	266
Липецк				0	108	305
Воронеж					0	218
Белгород						0

Сглаживание автомобильных трасс, соединяющих областные центры кластера «Черноземье», позволит получить по трассам Курск – Брянск (48), Курск – Липецк (70), Брянск – Воронеж (105), Орел – Липецк (55), Липецк – Белгород (81), Воронеж – Белгород (39) суммарную экономию в 485 км.

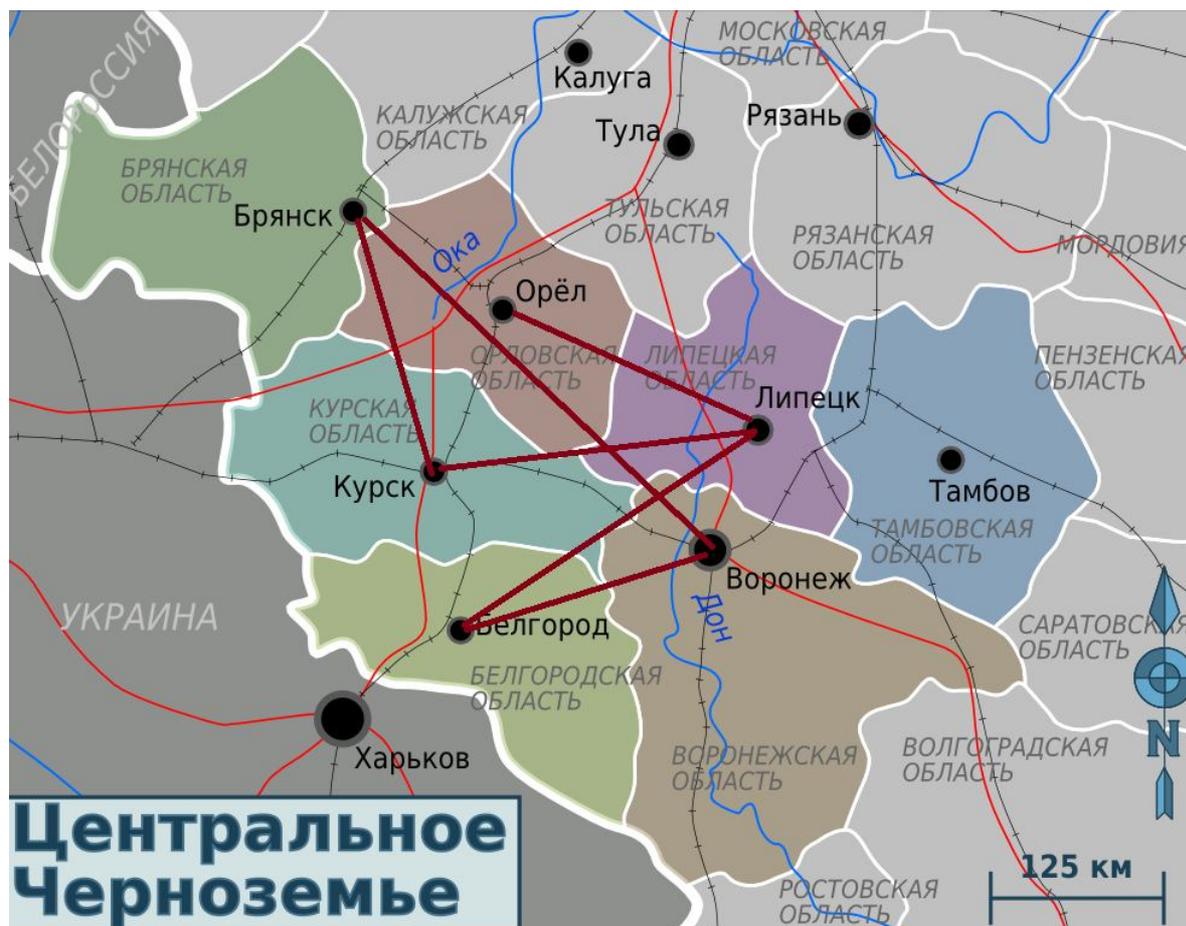
Для реализации этого проекта необходимо построить 1929 км новых автомобильных трасс, а суммарная протяженность автомобильных трасс, соединяющих областные центры кластера «Черноземье», составит 3511 км (желтым выделены новые построенные трассы) (табл. 6).

Таблица 5. Потенциальная экономия от инновации «Сглаживание автомобильных дорог» в кластере «Черноземье», км

Областной центр кластера «Черноземье»	Курск	Брянск	Орел	Липецк	Воронеж	Белгород
Курск	0	48	35	70	18	13
Брянск		0	15	65	105	87
Орел			0	55	55	37
Липецк				0	26	81
Воронеж					0	39
Белгород						0

Таблица 6. Суммарная протяженность автомобильных трасс, соединяющих областные центры кластера «Черноземье» после реализации проекта, км

Областной центр кластера «Черноземье»	Курск	Брянск	Орел	Липецк	Воронеж	Белгород
Курск	0	209	172	256	227	143
Брянск		0	130	423	370	331
Орел			0	240	314	303
Липецк				0	134	305
Воронеж					0	218
Белгород						0

**Рис.** Графическая иллюстрация инновационного проекта «Сглаживание автомобильных дорог» в кластере «Черноземье»

Графическое представление проекта «Сглаживание автомобильных дорог» в кластере «Черноземье» показано на рисунке.

Издержки проекта

Суммарная протяженность вновь вводимых дорог в эксплуатацию составит 1929 км. Издержки строительства одного километра одной полосы дороги первой категории составляют 100 млн руб. [20]. Соответственно, стоимость одного километра четырехполосной дороги составит в ценах 2022 г. порядка 400 млн руб. С учетом сложности рельефа местности будем использовать повышающий коэффициент 1,5. В этом случае средняя стоимость одного километра четырехполосной дороги обойдется в 600 млн руб.

Ввод в эксплуатацию 1929 км новых четырехполосных дорог первой ка-

тегории обойдется в ценах 2022 г. в 1157,4 млрд руб.

Выгоды и экономическая эффективность проекта

В результате сглаживания автомобильных дорог возрастают коэффициенты притяжения между областными центрами кластера «Черноземья». В приводимой таблице 7 изменившиеся коэффициенты выделены красным цветом.

Сумма коэффициентов притяжения увеличится с 81,77 до 90,37.

Введение в эксплуатацию новых дорог, степень притяжения между областными центрами – на 10,5%.

По расчетам авторов, увеличение степени притяжения в результате реализации проекта приведет к ежегодному росту внутрикластерной торговли на 68,6 млрд руб. (табл. 8).

Таблица 7. Коэффициенты притяжения между областными центрами кластера «Черноземье» в результате реализации проекта «Сглаживание автомобильных дорог в кластере «Черноземье»»

Областной центр кластера «Черноземье»	Курск	Брянск	Орел	Липецк	Воронеж	Белгород
Курск	0,00	4,13	4,63	3,46	9,20	8,67
Брянск		0,00	7,20	1,12	3,07	1,43
Орел			0,00	2,65	3,24	1,30
Липецк				0,00	29,44	2,13
Воронеж					0,00	8,69
Белгород						0,00

Таблица 8. Рост внутрикластерной региональной торговли в результате реализации проекта, млрд руб.

Область	ВРП 2020 год	Внутрикластерная торговля	Рост внутрикластерной торговли в год
Курская	535,9	89,3	9,39
Брянская	412,3	68,7	7,23
Орловская	284,5	47,4	4,99
Липецкая	619,2	103,2	10,86
Воронежская	1064,0	177,3	18,65
Белгородская	999,1	166,5	17,52
	3 915		68,64

Реализация проекта позволит получить следующий экономический эффект:
Чистая приведенная стоимость проекта

($R = 2\%$, $N = 25$) = 182,7 млн руб. Приведенная стоимость проекта ($R = 2\%$, $N = 25$) = 1340 млн руб. PI

проекта = ПС/издержки = 1340/1157,4 = 1,16.
Рентабельность проекта = 68,64/1157,4 = 5,9%.

Расчет срока окупаемости проекта в зависимости от реальных процентных ставок представлен в таблице 9.

Таблица 9. Срок окупаемости проекта «Сглаживание дорог в кластере «Черноземье»» в зависимости от изменения реальной процентной ставки

Ставка, %	Срок окупаемости проекта
0	16,9
2	20,8
3	23,8
4	28,6
5	38,0

Если принять во внимание, что вновь построенным дорогам будет перевозиться не 1/6, а около 2/3 произведенного ВРП региона, то экономический эффект будет еще более значительным, т. к. полученные стоимостные показатели увеличатся в ожидаемые четыре раза. Поэтому полученные результаты являются нижней оценкой экономической эффективности проекта.

Выводы

Приложение гравитационной модели Ньютона к региональной экономике позволяет рассчитывать коэффициенты экономического притяжения между областными центрами.

Коэффициенты притяжения устойчивы во времени и меняются в результате инновационного развития и реализации инфраструктурных проектов.

Схема дорожного покрытия в кластере «Черноземье» не является оптимальной.

Сглаживание сети федеральных дорог позволит получить мультипликационный эффект для развития Курской, Белгородской, Брянской, Орловской, Липецкой и Воронежской областей.

Ожидаемая рентабельность проекта составит 5,6%, срок окупаемости проекта при отсутствии альтернативных вариантов инвестиций – 17 лет 6 месяцев.

Инфраструктурный инновационный проект «Сглаживание дорог в кластере «Черноземье»» позволяет получить положительный экономический эффект, позволяющий стимулировать дальнейшее экономическое и инновационное развитие Курской, Орловской, Брянской, Липецкой, Воронежской и Белгородской областей.

Список литературы

1. Стенограмма совещания Владимира Путина по развитию дорожного строительства. URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-soveschaniya-vladimira-putina-po-razvitiyu-dorozhnogo-stroitelstva-02-06-2022.html> (дата обращения: 10.05.2022).
2. Интервью Р. Старовойта. URL: <https://gtrkursk.ru/news/24163-roman-starovoyt-proveril-stroitelstvo-infrastrukturnyh-proektov-rayonah-regiona> (дата обращения: 03.05.2022).
3. Никонова И. А. Стоимостная оценка в проектном анализе и проектном финансировании. М.: Прометей, 2019. 374 с.
4. Вострецов А. И. Анализ межрегионального перелива компонентов инновационного потенциала региональной экономики // Вестник ВЭГУ. 2013. № 1(63). С.164-168.
5. Толстых Т. О., Шкарупета Е. В., Шишкин И. А. Эффекты влияния инновационных изменений на процессы социально-экономического развития региона // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. № 1 (71).
6. Жабунин А. Ю., Сухова С. М. Система высшего образования как фактор повышения инновационной активности в регионе // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2013. №12 (60). С. 97.
7. Шлеенко А. В., Кликунов Н. Д. Оценка влияния нерадикальных инноваций на эффективность функционирования высшего учебного заведения (на примере Юго-Западного государственного университета). Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент / Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management. 2022; 12(4): 168–179

ного университета) // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2022. Т. 12, № 2. С. 140-153.

8. Acemoglu D., Johnson S., Robinson, J. Reversal of Fortune: Geography and Institutions in the making of the Modern World // *Quarterly Journal of Economics*. 2022. Vol. 117. P. 1231–1294.

9. О'Салливан А. Экономика города. М.: ИНФРА-М, 2012. 706 с.

10. Валлерстайн И. Периферия // *Экономическая теория* / под ред. Дж. Итуэлла, М. Милгрейва, П. Ньюмена. М.: ИНФРА-М, 2000. С. 671-680.

11. Fujita M., Krugman P., Venables A. J. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge: The MIT Press, 2000.

12. Anderson J., E. van Wincoop. Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle // *American Economic Review*. 2003. N. 93. P. 170–192.

13. Krugman P. R., Venables A. J. Globalization and the inequality of nations // *Quarterly Journal of Economics*. 1995. N 110. P. 857–880.

14. Ohlin B. *Interregional and International Trade*. Cambridge, Harvard University Press, 1968.

15. The core-periphery model: a note on the existence and uniqueness of short-run equilibrium // *Journal of Urban Economics*. N 59. P. 389–93.

16. Население Воронежа, Липецка и Белгорода в 2021 году. URL: <https://voronezhstat.gks.ru/storage/mediabank/> (дата обращения: 10.05.2022).

17. Население Курска, Брянска и в 2021 году. URL: <https://kurskstat.gks.ru/storage/mediabank/PkEFE> (дата обращения: 10.05.2022).

18. Зарецкая В. Г., Дремова Л. А., Осиневич Л. М. Декомпозиция факторов регионального экономического роста (на примере изменения валовой добавленной стоимости в Курской области) // *Финансовая аналитика. Проблемы и решения*. 2012. № 42 (132). С. 14-22.

19. Sen A. K., Smith T. E. *Gravity Models of Spatial Interaction Behavior*. Springer, 1995.

20. Оценка стоимости строительства дороги первой категории. URL: <https://investinfra.ru/novosti/mintrans-rossii-poschital-stoimost-stroitelstva-i-rekonstrukcii-kilometra-avtomobilnyh-dorog-obshchego-polzovaniya.html> (дата обращения: 10.05.2022).

References

1. Stenogramma soveshchaniya Vladimira Putina po razvitiyu dorozhnogo stroitel'stva [Transcript of Vladimir Putin's meeting on the development of road construction]. Available at: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-soveshchaniya-vladimira-putina-po-razvitiyu-dorozhnogo-stroitel'stva-02-06-2022.html>. (accessed 10.05.2022)

2. Interv'yu R. Starovojta [Interview with R. Starovoita]. Available at: <https://gtrkkursk.ru/news/24163-roman-starovoyt-proveril-stroitelstvo-infrastrukturnyh-proektov-rayonah-regiona>. (accessed 03.05.2022)

3. Nikonova I. A. *Stoimostnaya ocenka v proektnom analize i proektnom finansirovanii* [Cost estimation in project analysis and project financing]. Moscow, Prometej Publ., 2019. 374 p.

4. Vostrecov A. I. Analiz mezhregional'nogo pereliva komponentov innovacionnogo potenciala regional'noj ekonomiki [Analysis of the interregional overflow of the components of the innovative potential of the regional economy]. *Vestnik VEGU = Bulletin of the VEG*, 2013, no.1(63), pp.164-168.

5. Tolstyh T. O., Shkarupeta E. V., Shishkin I. A. Effekty vliyaniya innovacionnyh izmenenij na processy social'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona [Effects of the influence of innovative changes on the processes of socio-economic development of the region]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii = Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2017, no. 1 (71).

6. Zhabunin A. Yu., Suhova S. M. Sistema vysshego obrazovaniya kak faktor povysheniya innovacionnoj aktivnosti v regione [The system of higher education as a factor of increasing innovation activity in the region]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal = Management of Economic Systems: Electronic Scientific Journal*, 2013, no.12 (60), p. 97.

7. Shleenko A. V., Klikunov N. D. Ocenka vliyaniya neradikal'nyh innovacij na effektivnost' funkcionirovaniya vysshego uchebnogo zavedeniya (na primere Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo uni-

versiteta) [Assessment of the impact of non-radical innovations on the effectiveness of higher education institutions (on the example of Southwestern State University)]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sociologiya. Menedzhment = Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*, 2022, vol. 12, no. 2, pp. 140-153.

8. Acemoglu D., Johnson S., Robinson, J. Reversal of Fortune: Geography and Institutions in the making of the Modern World. *Quarterly Journal of Economics*, 2022, vol. 117, pp. 1231–1294.

9. O'Sullivan A. *Ekonomika goroda [City Economics]*. Moscow, INFRA-M Publ., 2002. 706 p.

10. Vallerstajn I. Periferiya [Periphery]. *Ekonomicheskaya teoriya [Economic theory]*; ed. by J. Itwell, M. Milgrave, P. Newman. Moscow, INFRA-M Publ., 2000, pp. 671-680.

11. Fujita M., Krugman P., Venables A. J. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge: The MIT Press, 2000.

12. Anderson J., E. van Wincoop. Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle. *American Economic Review*, 2003, no. 93, pp. 170–92.

13. Krugman, P. R., Venables A. J. Globalization and the inequality of nations. *Quarterly Journal of Economics*, 1995, no. 110, pp. 857–80.

14. Ohlin B. *Interregional and International Trade*. Cambridge, Harvard University Press, 1968.

15. The core-periphery model: a note on the existence and uniqueness of short-run equilibrium. *Journal of Urban Economics*, no. 59, pp. 389–93.

16. Naselenie Voronezha, Lipecka i Belgoroda v 2021 godu [The population of Voronezh, Lipetsk and Belgorod in 2021]. Available at: <https://voronezhstat.gks.ru/storage/mediabank/>. (accessed 10.05.2022)

17. Naselenie Kurska, Bryanska i v 2021 godu [The population of Kursk, Bryansk and in 2021]. Available at: <https://kurskstat.gks.ru/storage/mediabank/PkEFEeQn>. (accessed 10.05.2022)

18. Zaretskaya V. G., Dremova L. A., Osinevich L. M. Dekompozitsiya faktorov regional'nogo ekonomicheskogo rosta (na primere izmeneniya valovoj dobavlennoj stoimosti v Kurskoj oblasti) [Decomposition of factors of regional economic growth (on the example of changes in gross value added in the Kursk region)]. *Finansovaya analitika. Problemy i resheniya = Financial Analytics. Problems and Solutions*, 2012, no. 42 (132), pp. 14-22.

19. Sen A. K., Smith T. E. *Gravity Models of Spatial Interaction Behavior*. Springer, 1995.

20. Ocenka stoimosti stroitel'stva dorogi pervoj kategorii [Estimation of the cost of construction of a road of the first category]. Available at: <https://investinfra.ru/novosti/mintrans-rossii-poschital-stoimost-stroitelstva-i-rekonstrukcii-kilometra-avtomobilnyh-dorog-obschego-polzovaniya.html>. (accessed 10.05.2022)

Информация об авторах / Information about the Authors

Шлеенко Алексей Васильевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: shleenko77@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0455-5324, Author ID: 539459

Кликунов Николай Дмитриевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика», Курский институт менеджмента, экономики и бизнеса, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: nklikunov@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7769-9804, Author ID: 343732

Alexey V. Shleenko, Cand. of Sci. (Economic), Associate Professor of the Department of Industrial and Civil Engineering, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: shleenko77@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0455-5324, Author ID (RINC): 539459

Nikolay D. Klikunov, Cand. of Sci. (Economic), Associate Professor of the Department "Economics", Kursk Institute of Management, Economics and Business, Kursk, Russian Federation, e-mail: nklikunov@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7769-9804, Author ID: 343732