

Математические и инструментальные методы экономики

УДК 336.7:519.8

DOI: 10.26456/2219-1453/2025.3.105–115

Применение теории игр к анализу субсидий и субвенций российским регионам

М.В. Дубовик, С.Г. Дмитриев

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»,
г. Москва

Цель статьи – оценить применимость теории игр для анализа распределения федеральных трансфертов между регионами России в 2018–2023 гг. На основе динамики выделения средств установлен пик трансфертов в 2021 г. и их последующее снижение. Исследование включает анализ ключевых метрик: среднего объёма субсидий, стандартного отклонения, коэффициента вариации и темпов роста. Выявлена зависимость распределения от географического положения, уровня социально-экономического развития и специфики регионов. Коэффициент вариации позволил выделить регионы с высокой нестабильностью финансирования, требующие повышенного внимания. С помощью индекса Херфиндаля-Хиршмана (НН) установлено, что концентрация трансфертов усилилась в 2021 г. (НН = 179,91), а в 2022–2023 гг. наблюдалось частичное снижение, но на уровне выше докризисного периода. Методы главных компонент (РСА) и кластеризации выявили группы регионов со схожими характеристиками, что может оптимизировать планирование федеральной поддержки. Результаты подтверждают, что теория игр эффективна для моделирования стратегий распределения трансфертов, а учёт метрик изменчивости и концентрации средств способствует повышению прозрачности и адресности финансовой помощи регионам.

Ключевые слова: федеральные трансферты, теория игр, индекс Херфиндаля-Хиршмана, РСА, кластеризация, региональная экономика.

Теория игр давно вошла в инструментарий экономических исследований и используется для анализа стратегических взаимодействий между акторами в макроэкономике, например, для координации международной политики [16]. Теория игр может быть особенно полезна при изучении проблем государственной политики [17], формируя адекватное представление о стратегических взаимодействиях между правительствами и акторами [12], в нашем случае – регионами России; управления инфляцией и операций с обменным курсом валют, а также рыночных цен [14], когда лица, принимающие решения, должны учитывать вероятную реакцию других [15]. Использование теории игр в макроэкономике привело к разработке новых концепций равновесия, расширив наше понимание сложных экономических взаимодействий [12,

17], например, таких как олигополистическая конкуренция, общественные блага и др. [11] и даже стратегическое взаимодействие между политиками [13].

Целью исследования является проверка применимости теории игр к анализу субсидий и субвенций российским регионам. Для этого в работе использованы данные о величине субсидий, субвенций и иных межбюджетных трансфертов федерального центра российским регионам за период с 2018 по 2023 гг. [3], скорректированные на уровень инфляции Росстата [9]. Данные о величине дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности регионов доступны не за весь период и не по всем субъектам федерации, поэтому в своем анализе мы их не учитывали.

Распределение субсидий – это процесс, где участвуют несколько агентов (регионы), конкурирующих за ограниченные финансовые ресурсы [6, 7]. В таком случае каждый регион может стремиться максимизировать свои выгоды, что создает типичную ситуацию конкуренции, которую можно моделировать как некооперативную игру с условной нулевой суммой.

Центральные органы и регионы зачастую имеют различный уровень доступа к информации о реальных потребностях и возможностях. Такие ситуации асимметричной информации являются классическими проблемами в теории игр и могут быть проанализированы с использованием моделей морального риска и агентских отношений [3].

Принятие решений о распределении субсидий часто связано с балансированием между разными целями: экономическим развитием, социальным благополучием, региональной справедливостью, политическими факторами и т.д. [1, 2, 8] Эти компромиссы можно исследовать с помощью многокритериальных моделей, которые также находятся в области теории игр.

На рис. 1 представлена динамика федеральных трансфертов, включая субсидии и субвенции регионам, получавшим наибольшие их суммы.

Пиковые значения трансфертов приходятся на 2021 г., что вызвано необходимостью преодоления негативных последствий ограничений, связанных с пандемией COVID-19. В последующие периоды величина трансфертов начинает снижаться, что свидетельствует о смене приоритетов внутренней политики [4, 10].

Для анализа стратегического взаимодействия регионов между собой и с федеральным центром в целях получения трансфертов были рассчитаны следующие метрики, которые будут раскрыты ниже:

- среднее значение величины трансфертов (*mean_subsidy*) для каждого региона;
- стандартное отклонение (*sd_subsidy*), которое отражает изменчивость суммы трансфертов за период;
- коэффициент вариации (*cv_subsidy*), который показывает относительную изменчивость величины трансфертов;
- темп роста (*growth_rate*), который демонстрирует процентное изменение суммы трансфертов с 2018 по 2023 год.

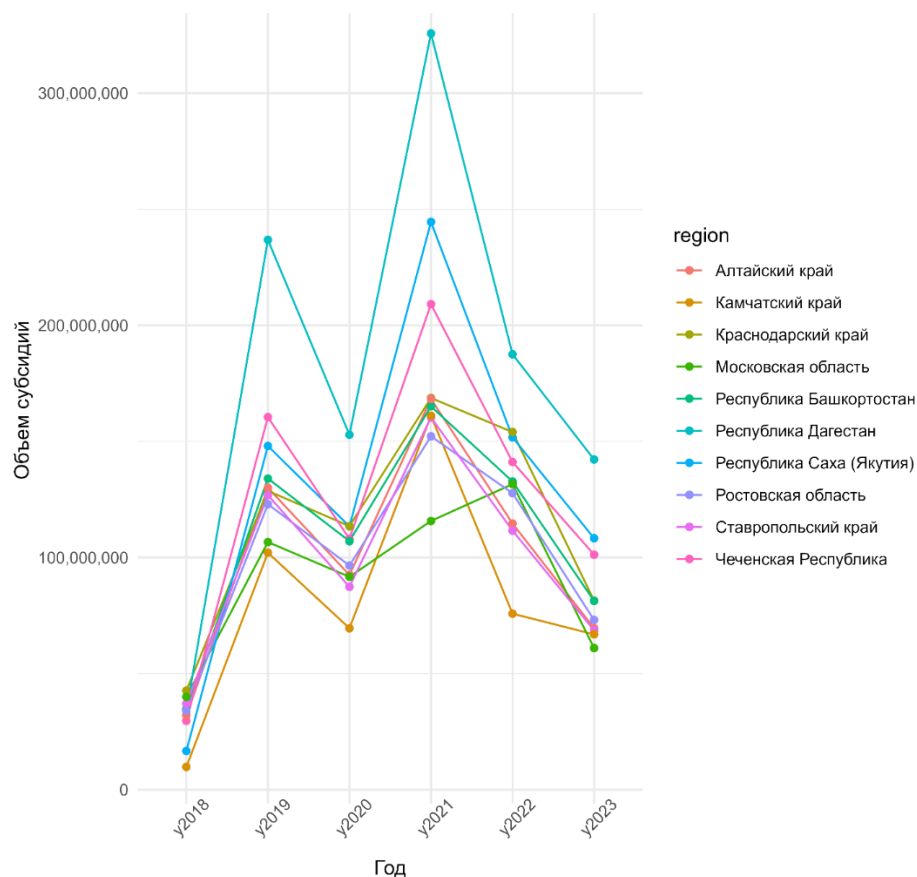


Рис. 1. Динамика субсидий и субвенций по десяти регионам с наибольшими суммарными трансфертами в 2018–2023 гг.

Источник: подготовлено авторами.

Интерпретация метрик:

а) Средний размер субсидий (*mean_subsidy*)

Регионы с высокими значениями:

– Республика Саха (Якутия): 130,428 млн рублей – самый высокий показатель.

– Чеченская Республика: 124,912 млн рублей.

– Республика Дагестан: 179,828 млн рублей.

Эти регионы получают наибольшие объемы субсидий, что связано с их спецификой (например, сложными природными и социально-экономическими условиями, а также политическими факторами).

Регионы с низкими значениями:

– Ненецкий автономный округ: 3,463 млн рублей.

– Ямало-Ненецкий автономный округ: 5,583 млн рублей.

– Еврейская автономная область: 11,127 млн рублей.

Для этих регионов характерны малые объемы субсидий.

б) Стандартное отклонение (*sd_subsidy*)

Высокие значения указывают на большую изменчивость субсидий:

- Республика Саха (Якутия): 74,167 млн рублей.
- Чеченская Республика: 60,886 млн рублей.
- Республика Дагестан: 97,984 млн рублей.

Низкие значения говорят о стабильности субсидий несмотря на их невысокие значения:

- Ямало-Ненецкий автономный округ: 2,202 млн рублей.
- Ненецкий автономный округ: 2,026 млн рублей.

с) Коэффициент вариации (*cv_subsidy*)

Высокие значения (>0.5):

- Чукотский автономный округ: 0.593.
- Республика Тыва: 0.524.
- Республика Алтай: 0.501.

Это говорит о высокой нестабильности субсидий в этих регионах.

Низкие значения (<0.4):

- Тюменская область: 0.318.
- Ханты-Мансийский автономный округ – Югра: 0.385.
- Ненецкий автономный округ: 0.585.

d) Темп роста субсидий (*growth_rate*)

Регионы с высоким ростом субсидий:

- Чукотский автономный округ: 582.31 %.
- Камчатский край: 582.77%.
- Республика Саха (Якутия): 550.25 %.

Регионы с отрицательным ростом:

- Краснодарский край: 90.93 %.
- Москва: -22.61 %.
- Тульская область: -14.64 %.

Авторами была исследована связь результатов анализа главных компонент (PrincipalComponentAnalysis, PCA) и кластеризации регионов по величине получаемых трансфертов и получены следующие результаты.

а) Кластер 1

Регионы из Кластера 1 (Алтайский край, Республика Дагестан, Чеченская Республика и др.) характеризуются:

- Высокими значениями *mean_subsidy*.
- Высокими значениями *growth_rate*.
- Значительной изменчивостью (*cv_subsidy* > 0.4).

Это связано с особыми условиями этих регионов, например, социальной нестабильностью или экономической отсталостью, а также политическими факторами.

б) Кластер 2

Регионы из Кластера 2 (Брянская область, Волгоградская область, Москва и др.) имеют:

- Умеренные значения *mean_subsidy*.
- Различные значения *growth_rate* (от небольшого роста до незначительного снижения).
- Среднюю изменчивость (*cv_subsidy* ≈ 0.4).

Эти регионы представляют более развитые территории с устойчивым уровнем субсидий.

с) Кластер 3

Регионы из Кластера 3 (Еврейская автономная область, Магаданская область, Ямало-Ненецкий автономный округ и др.) отличаются:

- Низкими значениями `mean\_subsidy` (за исключением некоторых регионов).

- Низкой изменчивостью (`cv\_subsidy` < 0.4).

- Стабильным или умеренным ростом субсидий.

Это может быть связано с особенностями экономического развития и управления финансами.

Географическое распределение трансфертов:

а) Южные и северокавказские регионы

- Регионы Кластера 1 (Республика Дагестан, Чеченская Республика, Краснодарский край) получают значительные субсидии и демонстрируют высокий рост.

- Возможно, это связано с необходимостью поддержки социальной инфраструктуры и экономического развития, а также с политическими факторами.

б) Центральные регионы

- Регионы Кластера 2 (Московская область, Самарская область) имеют умеренные показатели по всем параметрам.

Это может отражать баланс между потребностями и возможностями.

с) Северные и дальневосточные регионы

- Регионы Кластера 3 (Магаданская область, Чукотский автономный округ) получают относительно небольшие субсидии, но демонстрируют высокий рост.

Это связано с усилиями по развитию удаленных территорий.

Выводы:

1. Распределение субсидий зависит от географического положения, уровня социально-экономического развития и специфики региона.

2. Коэффициент вариации помогает выявить регионы с высокой нестабильностью субсидий, что требует дополнительного внимания.

3. Темп роста субсидий показывает динамику изменения финансовой поддержки и может использоваться для прогнозирования будущих потребностей.

Нами проведен анализ концентрации субсидий (индекс Херфиндаля-Хиршмана, ННІ), результаты которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Уровень концентрации субсидий в 2018–2023 гг.

Год	ННІ
2018	159.369
2019	160.705
2020	160.124
2021	179.912
2022	162.398
2023	169.386

Источник: подготовлено авторами.

Примечание:

- Значения ННІ близкие к 10,000: высокая концентрация (несколько регионов получают большую долю субсидий).
- Значения ННІ близкие к 0: равномерное распределение субсидий между всеми регионами.
- Если ННІ увеличивается со временем, это может говорить о росте неравенства между регионами.
- Если ННІ уменьшается, это может указывать на более равномерное распределение субсидий.

Интерпретация полученных значений ННІ:

Диапазон значений ННІ (от ~159 до ~179) указывает на умеренную концентрацию субсидий, что означает, что субсидии распределены относительно равномерно, но есть некоторые различия между регионами.

Анализ трендов ННІ

1. Общая динамика

- С 2018 по 2020 гг. ННІ колеблется в пределах ~159–161, что говорит о стабильности распределения субсидий. Это связано с устойчивой политикой субсидирования, которая не менялась существенно.
- В 2021 г. наблюдается резкий скачок ННІ до 179.91, что указывает на увеличение концентрации субсидий (более неравномерное распределение).
- В 2022–2023 гг. ННІ снижается, но остается выше уровней 2018–2020 гг. (~162–169).

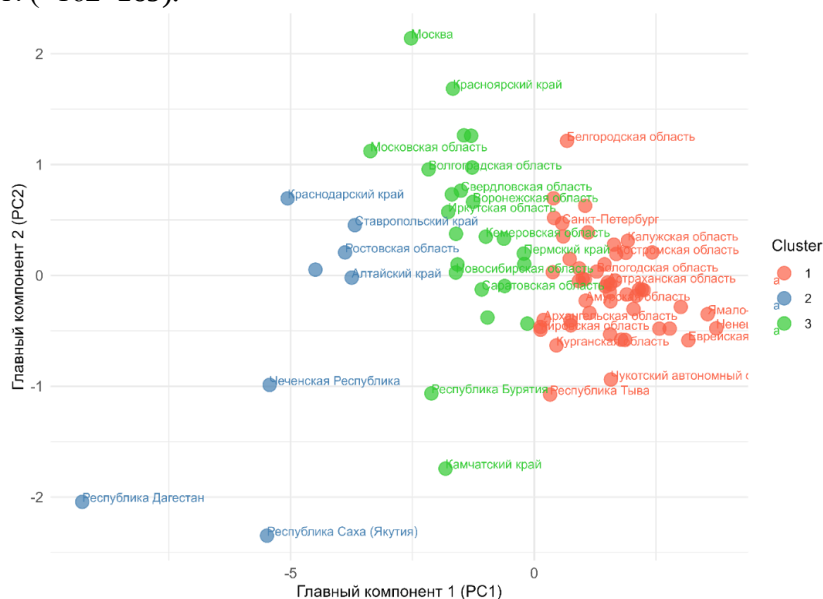


Рис. 2. Кластеры регионов по главным компонентам

Источник: подготовлено авторами.

2. Ключевые моменты

- 2021 г.: наиболее высокий уровень ННІ (179.91). Это может быть связано с перераспределением субсидий в пользу нескольких крупных регионов, изменением приоритетов политики субсидирования,

экономическими или социальными событиями, требующими перераспределения ресурсов.

- 2022–2023 гг.: Небольшое снижение ННІ, что может свидетельствовать о попытке вернуться к более равномерному распределению субсидий. Однако уровень ННІ все еще выше, чем в 2018–2020 гг., что говорит о сохраняющейся концентрации ресурсов.

Кластеризация регионов по главным компонентам относительно величины федеральных трансфертов представлена на рис. 2.

Примечание:

- Каждый кластер объединяет регионы с похожими характеристиками субсидий.

- Расстояние между точками на графике отражает степень различия между регионами.

- Регионы внутри одного кластера имеют схожие паттерны субсидирования.

- Разные кластеры могут представлять различные группы регионов (например, «развитые», «отстающие», «средние»).

Ниже приведена интерпретация результатов PCA (Principal Component Analysis) и кластеризации, которые мы получили для анализа субсидий. Для этого мы разбили анализ на несколько ключевых аспектов:

1. Общая структура данных

PCA преобразует исходные данные в новую систему координат, где первые компоненты (PC1, PC2 и т.д.) объясняют максимальную дисперсию данных. В нашем случае мы имеем:

- PC1 – главная компонента, которая объясняет наибольшую часть изменчивости данных.

- PC2 – вторая компонента, которая объясняет следующую по важности часть изменчивости.

Каждый регион представлен своими координатами в пространстве этих двух компонент (PC1 и PC2), что позволяет визуализировать их относительное положение.

2. Кластеры

На основе значений PC1 и PC2 регионы были разделены на три кластера:

- Кластер 1: Алтайский край, Республика Дагестан, Республика Саха (Якутия), Краснодарский край, Республика Башкортостан, Чеченская Республика, Ростовская область, Ставропольский край.

- Кластер 2: Амурская область, Архангельская область, Брянская область, Волгоградская область, Воронежская область, Забайкальский край, Иркутская область, Камчатский край, Москва, Московская область, Новосибирская область и другие.

- Кластер 3: Остальные регионы.

Эти кластеры отражают схожие характеристики регионов в контексте субсидий.

3. Анализ PC1

PC1 является наиболее значимой компонентой и часто связана с основными факторами различия между регионами. Рассмотрим некоторые примеры:

- Высокие значения PC1 (например, Еврейская автономная область, Магаданская область, Ямало-Ненецкий автономный округ): эти регионы имеют особые характеристики, возможно, связанные с высокими субсидиями или специфическими экономическими условиями.

- Низкие значения PC1 (например, Республика Дагестан, Чеченская Республика, Краснодарский край): такие регионы могут отличаться другими особенностями, например, социально-экономическими и политическими индикаторами.

4. Анализ PC2

PC2 добавляет дополнительное измерение для анализа различий между регионами:

- Высокие значения PC2 (например, Забайкальский край, Красноярский край, Республика Бурятия): эти регионы имеют уникальные характеристики, которые не полностью объясняются PC1.

- Низкие значения PC2 (например, Амурская область, Калининградская область): такие регионы также обладают особыми свойствами.

Визуализация кластеризации PC1 и PC2 представлена на рис. 3.

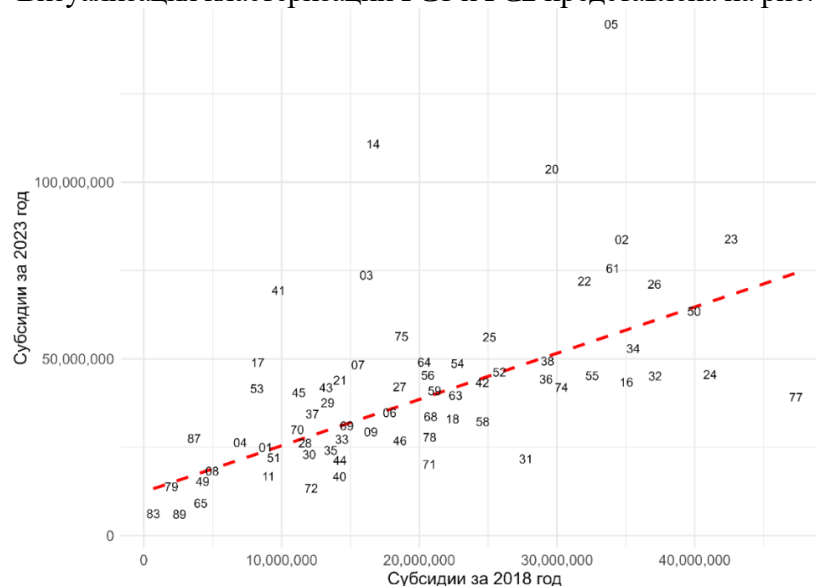


Рис. 3. Связь между объемами субсидий в 2018 и 2023 гг. для каждого региона
Источник: подготовлено авторами.

Примечание:

- Цифрами обозначены коды субъектов Российской Федерации.
- Регионы, расположенные выше линии регрессии, получили больше субсидий в 2023 г., чем ожидалось.
- Регионы ниже линии регрессии получили меньше субсидий.
- Регионы с высокими значениями в обоих годах являются ключевыми получателями субсидий.

- Изменения положений регионов между годами могут указывать на перераспределение ресурсов.

Если проанализировать географическое положение регионов в каждом кластере, можно заметить следующее:

- Кластер 1 включает преимущественно южные и северокавказские регионы (например, Краснодарский край, Республика Дагестан, Чеченская Республика). Эти регионы могут иметь общие социально-экономические проблемы или особенности.

- Кластер 2 содержит регионы, расположенные в центральной части России и на Дальнем Востоке (например, Москва, Московская область, Иркутская область).

- Кластер 3 охватывает преимущественно северные и северо-западные регионы (например, Магаданская область, Ямало-Ненецкий автономный округ).

Региональные различия: разделение на кластеры подчеркивает наличие различных групп регионов со схожими характеристиками, что может быть полезно для целей планирования и управления федеральными трансфертами.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что применение теории игр для анализа распределения субсидий между регионами является полностью оправданным подходом, предоставляя адекватное описание процессов предоставления федеральных трансфертов. Использование теории игр позволяет учесть стратегические аспекты поведения всех участников названного процесса, выявить потенциальные конфликты и возможности для кооперации, а также разработать более эффективные механизмы распределения ресурсов. Однако важно дополнять этот подход данными из реальной практики и другими методами анализа, чтобы учесть все специфические особенности данной системы.

Список литературы

1. О новых инструментах планирования и поддержки развития малых и средних городов // Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/158665/> (дата обращения: 08.02.2025).
2. Постановление Правительства РФ от 20 января 2023 г. № 46 «Об утверждении Правил предоставления иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на возмещение затрат по созданию, модернизации и (или) реконструкции объектов инфраструктуры особых экономических зон» | Документы ленты ПРАЙМ: ГАРАНТ.
3. Башкатова А. Федеральный Центр породил две России // Независимая газета [Электронный ресурс]. URL: http://www.ng.ru/economics/2018-12-24/4_7472_budzheta.html (дата обращения: 08.02.2025).
4. Виноградова Е. Дотации регионам свернулись на 22% // Газета РБК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2022/02/21/620f8a7e9a7947829ec647cd> (дата обращения: 08.02.2025).
5. Доходы региональных бюджетов и межбюджетные трансферты//IMIMFIN.RU; обработка «Если быть точным», 2024. Условия

- использования: Creative Commons BY 4.0. URL: <https://tochno.st/datasets/budgets> (дата обращения: 08.02.2025).
6. Климанов В.В., Коротких А.М. Распределение межбюджетных трансфертов: теоретические предпосылки и российская практика // Финансовый журнал. 2016. № 5. С. 7–15.
 7. Мильчаков М.В. Особенности финансовой поддержки регионов при реализации национальных проектов // Финансовый журнал. 2019. № 3. С. 22–37.
 8. Роль и место модельных бюджетов в условиях трансформации государственной региональной политики. Москва, 2018.
 9. Росстат – Цены, инфляция // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/price> (дата обращения: 08.03.2025).
 10. Тирских Т. Итоги 2023 года: региональные бюджеты и экономика второй год под санкциями | Эксперт РА // Рейтинговое агентство «Эксперт РА» [Электронный ресурс]. URL: https://raexpert.ru/researches/regions/economic_regions_2023/raexpert.ru (дата обращения: 08.02.2025).
 11. Bacharach M. Economics and the Theory of Games / M. Bacharach, London: Macmillan Education UK, 1976.
 12. Blackburn K. Macroeconomic policy evaluation and optimal control theory: a critical review of some recent developments // Journal of Economic Surveys. 1987. № 1–2 (1). PP. 111–148.
 13. Bodenstein M., Guerrieri L., LaBriola J. Macroeconomic Policy Games // SSRN Electronic Journal. 2014.
 14. Jorge J., Rocha J. A primer on global games applied to macroeconomics and finance // Journal of Economic Surveys. 2015. № 5 (29). PP. 869–886.
 15. Levine P. Briefing Paper: What Economists can learn from Game Theory // Economic Outlook. 1985. № 5 (9). PP. 33–42.
 16. Pohjola M. Applications of Dynamic Game Theory to Macroeconomics Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems / под ред. Т. Başar, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1986. PP. 103–133.
 17. Prescott E.C., Reffett K. L. Preface: Special Issue on Dynamic Games in Macroeconomics // Dynamic Games and Applications. 2016. № 2 (6). PP. 157–160.

Об авторах:

ДУБОВИК Майя Валериановна – д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры экономической теории. ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (117997, г. Москва, Стремянный переулок, д. 36), e-mail: mvdubovik@list.ru, ORCIDID 0000-0001-8843-1398, SPIN-код: 4262-9854.

ДМИТРИЕВ Сергей Геннадьевич – канд. экон. наук, научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», (Брянский филиал, 241007 (Советский район)), e-mail: sergey.g.dmitrieff@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2621-5870, SPIN-код: 8521-1940.

Game theory application to the analysis of subsidies and subventions in Russian regions

M.V. Dubobik, S.G. Dmitriev

FGBOU VO “Plekhanov Russian University of Economics, Russia”, Moscow

The purpose of this research paper is to evaluate the applicability of game theory for analyzing the distribution of federal transfers among Russian regions between 2018 and 2023. Based on the dynamics of funding, a peak in transfers was identified in 2021, followed by a decline. The study examines key metrics: average transfer volume, standard deviation, coefficient of variation, and growth rates. The distribution of transfers was found to depend on geographic location, socio-economic development levels, and regional specificities. The coefficient of variation highlighted regions with high funding instability, requiring closer attention. Using the Herfindahl-Hirschman Index (HHI), the analysis revealed increased transfer concentration in 2021 ($HHI = 179.91$), followed by a partial decline in 2022–2023, though remaining above pre-2021 levels. Principal Component Analysis (PCA) and clustering identified groups of regions with similar characteristics, which could optimize federal transfer planning. The results confirm that game theory is effective for modeling transfer distribution strategies, while accounting for variability and concentration metrics enhances transparency and targeting of financial support to region

Keywords: *federal transfers, game theory, Herfindahl-Hirschman Index, PCA, clustering, regional economy.*

About the authors:

DUBOVIK Maya Valerianovna, Ph.D., Associate Professor, Professor, Department of Economic Theory, FGBOU VO “Plekhanov Russian University of Economics, Russia”, Moscow, e-mail: mvdubovik@list.ru, ORCID ID 0000-0001-8843-1398, SPIN-code: 4262-9854

DMITRIEV Sergey Gennadievich, Ph.D. in Economics, Researcher, of FGBOU VO “Plekhanov Russian University of Economics, Russia” of (Bryansk Branch), e-mail: sergey.g.dmitrieff@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2621-5870, SPIN-code: 8521-1940.

Статья поступила в редакцию 12.10.2025

Статья подписана в печать 15.10.2025