

**ОТРАСЛЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СЛОЖНОСТЬ
И РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА
В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**DOI: <https://doi.org/10.24891/vpybbq>EDN: <https://elibrary.ru/vpybbq>**Александр Владимирович КУДРОВ**

кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник,
Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН),
Москва, Российская Федерация
e-mail: kovlal@inbox.ru
ORCID: 0000-0003-2495-5496
SPIN: 2176-6224

История статьи:

Рег. № 634/2025
Получена 06.10.2025
Одобрена 05.11.2025
Доступна онлайн
16.12.2025

Специальность: 5.2.3**УДК** 338.1**JEL:** L16, O14, O25,
O47, P25**Ключевые слова:**

отраслевая
специализация,
экономическая
сложность,
рентабельность
региональной
экономики,
эконометрическое
моделирование, отдача
от масштаба

Аннотация

Предмет. Влияние отраслевой структуры региональной экономики, уровня ее экономической сложности на валовой региональный продукт и рентабельность ВРП в субъектах Российской Федерации.

Цели. Разработка, модификация и верификация двух эконометрических моделей: расширенной производственной функции ВРП, учитывающей отраслевую специализацию и индекс экономической сложности; нелинейной модели рентабельности ВРП, отражающей влияние специализации и структуры региональной экономики. Выявление пороговых эффектов для структурных показателей, при которых изменения в специализации и отраслевой структуре перестают способствовать росту рентабельности региональной экономики.

Методология. Использованы вероятностно-статистический анализ, включающий компонентный анализ для построения индексов отраслевой специализации, спектральный анализ для оценки экономической сложности, анализ непосредственных связей между переменными, а также построение нелинейных регрессионных моделей для валового регионального продукта и его рентабельности.

Результаты. Показано, что влияние экономической сложности на ВРП проявляется только при превышении порогового уровня, что интерпретируется как достижение «структурной зрелости» региональной экономики. В менее развитых регионах рост доли добывающих и обрабатывающих отраслей повышает рентабельность ВРП, тогда как в высокоразвитых регионах чрезмерная специализация в производственных секторах ведет к ее снижению. Получены оценки критических порогов для ВРП на душу населения и отраслевых индексов, за пределами которых наблюдается снижение рентабельности.

Выводы. Эффективность региональной экономической политики зависит от стадии развития региона. Стратегии расширения промышленного сектора целесообразны лишь на ранних этапах развития. В зрелых экономиках повышение рентабельности достигается либо за счет глубокой переработки сырьевых ресурсов и формирования взаимосвязанной отраслевой структуры, либо через переход к постиндустриальной модели с доминированием высокомаржинальных услуг.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2025

Для цитирования: Кудров А.В. Отраслевая специализация, экономическая сложность и рентабельность валового регионального продукта в субъектах Российской Федерации // Экономический анализ: теория и практика. – 2025. – № 12. – С. 38 – 53. DOI: 10.24891/vpybbq EDN: VPYBVBQ

В условиях ускоряющейся трансформации экономик стран особую значимость приобретает анализ влияния структурных характеристик экономики на рентабельность валового регионального продукта как интегрального показателя экономической эффективности. В отличие от традиционных метрик – темпов роста ВРП или ВРП на душу населения – рентабельность отражает конечный финансовый результат экономической деятельности, а не ее масштаб.

Экономическая теория давно признает, что способность региона генерировать доход определяется не столько масштабом производства, сколько структурой экономики [1, 2]. По мере развития происходит сдвиг от сельского хозяйства к обрабатывающей промышленности и далее – к наукоемким секторам услуг, что сопровождается ростом капиталоемкости и усложнением производственных связей [3, 4]. Основным показателем для количественной оценки такой структурной глубины выступает индекс экономической сложности, предложенный в работах С.А. Hidalgo, R. Hausmann [5, 6]. Высокие значения индекса характерны для экономик, специализирующихся на секторах с высокой добавленной стоимостью, тогда как сырьевые и аграрные структуры демонстрируют низкую сложность.

В то же время чрезмерная зависимость от добывающих отраслей ведет к неустойчивости и снижению отдачи от масштаба по мере истощения ресурсов [7]. Напротив, успешные страны – Китай, Южная Корея, Индия – показывают, что устойчивый рост достигается через диверсификацию, развитие цепочек добавленной стоимости и переход к постиндустриальной модели [8–10]. Фондовооруженность и масштаб экономики также влияют на эффективность: капиталоемкие отрасли повышают производительность, но могут снижать предельную доходность при насыщении рынков [3], крупные внутренние рынки создают эффект масштаба, но требуют эффективного распределения ресурсов [11].

Данные по агрегированной налогооблагаемой прибыли взяты из налоговой отчетности по форме № 1-НОМ (см. сайт Федеральной налоговой службы). Целью настоящей работы является выявление структурных детерминантов рентабельности ВРП в субъектах Российской Федерации на основе данных за 2019–2023 гг. В качестве ключевых характеристик структуры экономики используются индексы отраслевой специализации в добывающей и обрабатывающей промышленности [12], индекс экономической сложности [13, 14]. С использованием методологии анализа непосредственных связей [15] строится нелинейная регрессионная модель рентабельности ВРП, позволяющая выявить пороговые эффекты и обосновать дифференцированный подход к региональной экономической политике.

Для описания отраслевой специализации региональной экономики были построены индексы добывающей s_1 и обрабатывающей s_2 промышленности, характеризующие отраслевые особенности региона. Эти индексы построены нами по данным отраслевой структуры ВРП с использованием компонентного анализа и отражают отраслевую специализацию рассмотренных регионов. Данные отраслевой структуры ВРП включали шесть основных отраслей, которые определяют характер экономики регионов РФ¹. Это сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство; добыча полезных ископаемых; обрабатывающие производства; торговля оптовая и розничная; деятельность по операциям с недвижимым имуществом; государственное управление и обеспечение военной безопасности, социальное обеспечение. Далее эти показатели были выражены через два фактора методом главных компонент с вращением (*рис. 1*), на которые приходится более 80–85% объясненной дисперсии по данным на 2019–2023 г. (см. подробнее работу [12]). Для близких лет наблюдаются весьма похожие результаты, что свидетельствует о весьма медленном изменении структуры регионального ВРП. Также были рассмотрены данные о налоговых поступлениях по секторам экономики субъектов РФ², которые отражают объемы производства каждого сектора экономики для экспорта и для внутреннего потребления.

¹ Регионы России. Социально-экономические показатели.
URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>

Для описания структуры региональной экономики используются данные об объемах производства в достаточно широкой номенклатуре секторов. Сначала определим показатель RCA_{cp} выявленных сравнительных преимуществ [16], который равен отношению доли отрасли p в совокупном выпуске региона c к ее доле в общем производстве по всем регионам:

$$RCA_{cp} = \frac{y_{cp} / \sum_p y_{cp}}{\sum_c y_{cp} / \sum_{c,p} y_{cp}}, \quad (1)$$

где y_{cp} – объем производства сектора p экономики региона c .

Согласно методологии, предложенной в работе [5], наличие выявленных сравнительных преимуществ в отрасли p для региона c имеется в случае, если значение RCA_{cp} превышает единицу. В противном случае считается, что такие преимущества отсутствуют. Более формально

$$a_{c,p} = \begin{cases} 1, & \text{если } RCA_{cp} \geq 1 \\ 0, & \text{если } RCA_{cp} < 1 \end{cases}$$

На основе этих значений формируется матрица $A = (a_{c,p})$, строки которой соответствуют регионам, а столбцы – секторам экономики. Далее будем называть вектор $(a_{c,p1}, \dots, a_{c,pm})$ структурой сильных секторов экономики региона c .

Определим показатель $k_{p,0} = \sum_c a_{c,p}$, который далее будем называть показателем уникальности сектора p . Обозначим $D_p = \text{diag}(k_{p,0})$ – диагональную матрицу, в которой по диагонали значения $k_{p,0}$ отдельно для каждого сектора p . Аналогично введем $k_{0,c} = \sum_p a_{c,p}$ – показатель диверсификации структуры сильных секторов. Обозначим $D_c = \text{diag}(k_{0,c})$.

Далее определим меру схожести структур сильных секторов для регионов c и c' как

$$(RD_p^{-1}R^T)_{c,c'} = \sum_p \frac{A_{c,p}A_{c',p}}{k_{p,0}},$$

которая представляет собой взвешенную сумму числа секторов, которые производят оба региона c и c' . Веса определяются так, что большой вес соответствует редким секторам, а малый вес отвечает распространенным секторам. Два региона, которые вместе производят редкий сектор, считаются более похожими (в смысле структуры сильных секторов), чем два региона, которые вместе производят базовый сектор. Обозначим $W = RD_p^{-1}R^T$ – матрицу схожести регионов, которая является симметричной и имеет все неотрицательные элементы. Диагональный элемент матрицы W , отвечающий региону c , равен $\sum_p \frac{A_{c,p}}{k_{p,0}}$ и характеризует взвешенную диверсификацию региона c .

Чтобы оценить структурную сложность, воспользуемся понятием нормированного лапласиана из теории оценки сетевых структур³. Для этого определим матрицу степеней для W :

$$D_W = \text{diag}(W \cdot 1) = \text{diag}\left(\sum_{c'} W_{c,c'}\right),$$

где 1 – вектор-столбец, составленный из одних единиц.

$$\begin{aligned} \text{diag}\left(\sum_{c'} W_{c,c'}\right) &= \text{diag}\left(\sum_{c'} \sum_p \frac{A_{c,p}A_{c',p}}{k_{p,0}}\right) = \text{diag}\left(\sum_p \frac{A_{c,p}}{k_{p,0}} \left(\sum_{c'} A_{c',p}\right)\right) = \\ &= \text{diag}\left(\sum_p A_{c,p}\right) = \text{diag}(k_{0,c}) = (D_c)_{c,c}. \end{aligned}$$

² Отчеты о налоговой базе и структуре начислений по налогам и сборам.

URL: https://www.nalog.gov.ru/m77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/

³ Fan R.K. Chung. Spectral Graph Theory. CBMS Regional Conference Series in Mathematics, 1997, 207 p.

Тогда нормированный лапласиан имеет вид

$$\mathcal{L}_W = I - D_W^{-\frac{1}{2}} W D_W^{-\frac{1}{2}}.$$

Экономическая сложность вычисляется как $D_C^{-1/2} \mathbf{v}$, где \mathbf{v} – собственный вектор, отвечающий второму собственному значению. С точки зрения интерпретации пусть для графа регион-регион с весами ребер, определяемыми матрицей W , необходимо разделить вершины графа на две группы, между которыми сумма весов ребер (нормированная на объемы групп) минимальна. Тогда знаки компонент второго собственного вектора задают оптимальное бинарное разбиение графа – регионы с положительными значениями относятся к одной части, с отрицательными – к другой. Модуль значения собственного вектора, отвечающего вершине графа (региону), показывает, насколько сильно узел «вписан» в свою группу. Если это значение велико, то вершина сильно связана с другими узлами своей группы и слабо – с узлами другой группы. Если близко к нулю, то вершина находится на границе между группами – она может быть связана с обеими частями почти одинаково.

Заметим, что

$$\mathcal{L}_W = I - D_W^{-\frac{1}{2}} W D_W^{-\frac{1}{2}} = I - D_C^{-\frac{1}{2}} (D_C^{-1} R D_P^{-1} R^T) D_C^{-\frac{1}{2}}.$$

Матрицы $D_W^{-\frac{1}{2}} W D_W^{-\frac{1}{2}}$ и $D_C^{-1} R D_P^{-1} R^T$ являются подобными, поэтому они имеют одинаковые собственные значения, а их собственные векторы связаны соотношением:

$$\mathbf{u} = D_C^{-1/2} \mathbf{v},$$

где \mathbf{u} – собственный вектор матрицы $D_C^{-1} R D_P^{-1} R^T$, а \mathbf{v} – собственный вектор матрицы $D_W^{-\frac{1}{2}} W D_W^{-\frac{1}{2}}$. Таким образом, классический подход вычисления экономической сложности [13, 14] эквивалентен с точностью до нормировки нахождению собственного вектора нормированного лапласиана, отвечающего второму собственному вектору.

Анализ зависимостей между экономическими показателями требует выявления устойчивых структурных взаимосвязей между ними. В исследовании особое внимание уделено выявлению непосредственных связей между величинами.

Если в совокупности случайных переменных $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ условное распределение величины X_i от всех остальных определяется только их частью X_j, X_k, \dots, X_l (не вошедшие в условие могут принимать любые значения):

$$P(x_i | x_1, \dots, x_n) = P(x_i | x_j, x_k, \dots, x_l) \text{ для всех } x_1, \dots, x_n, \quad (2)$$

то переменные X_j, X_k, \dots, X_l называются непосредственно связанными с переменной X_i . (подробнее см. работу [15]).

На *рис. 1* представлено распределение регионов РФ в двумерном пространстве региональной специализации. По оси абсцисс отложен индекс добывающей промышленности s_1 , который характеризует степень специализации региона на добыче полезных ископаемых (нефть, газ, уголь, руды). По оси ординат – индекс обрабатывающей промышленности s_2 , который характеризует уровень специализации в обрабатывающей промышленности.

Расположение регионов на *рис. 1* позволяет выделить четыре основные группы. Вверху справа располагаются регионы с высокой долей добывающей и обрабатывающей промышленности (например, Пермский и Красноярский края). Внизу слева – регионы с низкой долей обоих производственных секторов, часто специализирующиеся на сельском хозяйстве, услугах или государственном управлении (например, Республика Калмыкия, где преобладает сельское хозяйство и госуправление, а промышленность развита слабо). Внизу справа – регионы с высокой долей добывающей промышленности, но низкой – обрабатывающей. Вверху слева – регионы с высокой долей обрабатывающей промышленности при низкой доле или отсутствующей добывающей промышленности.

Помимо отраслевой специализации в исследовании рассмотрен также индекс экономической сложности, который характеризует структуру экономики, отличая экономики с большим числом связан-

ных секторов от структур, которые характеризуются «изолированными» секторами. Высокие значения индекса экономической сложности характерны для регионов, специализирующихся на секторах, производство которых требует сочетания множества взаимодополняющих компетенций – электроника, фармацевтика или сложное машиностроение. Такие сектора, как правило, встроены в длинные цепочки координации. Напротив, регионы, в структуре которых доминируют сырьевые или базовые сельскохозяйственные сектора требуют меньшей координации имеют низкие значения экономической сложности.

Важным результатом исследования является выявление статистически значимого нелинейного характера связи между экономической сложностью и ВРП, которая имеет U-образную форму (подробнее см. работу [12]). Это означает, что высокому ВРП соответствует как очень низкий, так и очень высокий уровень экономической сложности, в то время как промежуточный уровень экономической сложности соответствует в среднем более низким значениям ВРП (рис. 2). Таким образом, можно выделить два возможных пути к более высокому ВРП: ресурсный путь через добычу природных ресурсов или структурный путь через развитие более сложной индустриальной экономики.

Дальнейший статистический анализ подтвердил, что непосредственная связь между ВРП при исключении влияния индексов отраслевой специализации становится значимой только при превышении определенного уровня сложности, достигнув критического уровня «структурной зрелости» [12]. В результате предложена расширенная производственная функция для ВРП, учитывающая характеристики отраслевой специализации и структуры экономики в целом (индекс экономической сложности):

$$Y = cK^{\beta_1(S_1, S_2)} L^{\beta_2(S_1, S_2, T)} P^\gamma + \varepsilon, \quad (3)$$

$$\text{где } \beta_1(S_1, S_2) = \frac{1}{1 + \mu_1 e^{-(\mu_2 S_1 + \mu_3 S_2)}}, \beta_2(S_1, S_2, T) = \frac{1}{1 + \lambda_1 e^{-(\lambda_2 S_1 + \lambda_3 S_2 + \lambda_4 T^2)}};$$

$$T = \begin{cases} ECI, \text{ если } ECI \geq 0,45 \\ 0, \text{ иначе} \end{cases};$$

$c, \gamma, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \mu_1, \mu_2, \mu_3$ – константы;

Y – валовой региональный продукт;

K – стоимость основных фондов;

L – среднегодовая численность занятых;

P – численность исследователей;

ECI – индекс экономической сложности;

S_1, S_2 – отраслевые индексы;

ε – ошибки модели (3).

Статистические характеристики оценок параметров модели (3) представлены в табл. 1. Модель имеет высокую точность – $R^2 = 0,982$ (подробнее см. работу [12]).

Эконометрическая модель (3) позволяет объяснить межрегиональные различия в уровне ВРП с учетом как отраслевой специализации, так и структурного качества экономики, измеряемого индексом экономической сложности ECI . Подробное обоснование спецификации модели и ее диагностики представлено в работе [12].

Из рис. 3 видно, что убывающая отдача от масштаба характерна для регионов с высокой долей добывающих отраслей в структуре ВРП. Убывающая отдача от масштаба означает, что пропорциональное увеличение факторов производства (труда и капитала) приводит к менее чем пропорциональному росту выпуска. Это обусловлено тем, что добывающие отрасли являются капиталоемкими и могут сталкиваться с такими проблемами, как истощение ресурсов, экологические нормы или высокие эксплуатационные расходы.

На *рис. 4* показана зависимость отдачи от масштаба от индекса экономической сложности и доли обрабатывающей промышленности. Видно, что возрастающая отдача от масштаба характерна для регионов с высоким уровнем обрабатывающей промышленности. Более того, начиная с определенного высокого порогового значения, экономическая сложность (отвечает наличию большого числа комплементарных секторов) способствует росту отдачи от масштаба.

Получена нелинейная регрессионная модель рентабельности региональной экономики ВРП, отражающая влияние структуры экономики и уровня развития региона (ВРП на душу населения):

$$\frac{NI}{Y} = \frac{1}{1 + \mu^{(1)} e^{-\left(\mu^{(4)} + \mu^{(5)} S_1 + \mu^{(6)} S_2\right) \left(\frac{Y}{P}\right)^{-\left(\mu^{(2)} S_1 + \mu^{(3)} S_2\right)}} + \varepsilon_{NI}, \quad (4)$$

где $\mu^{(1)}, \mu^{(2)}, \mu^{(3)}, \mu^{(4)}, \mu^{(5)}, \mu^{(6)}$ – параметры модели (4);

NI – чистая прибыль;

S_1 – индекс добывающей промышленности;

S_2 – индекс обрабатывающей промышленности;

Y/P – ВРП на душу населения;

ε_{NI} – ошибки модели.

Статистические характеристики оценок параметров модели (4) приведены в *табл. 2*. Модель демонстрирует высокую точность (*рис. 5, табл. 3*), (подробнее см. работу [17]).

Эконометрическая модель (4) позволяет количественно оценить вклад структурных факторов в дифференциацию региональной рентабельности и выявить пороговые значения для индексов отраслевой специализации, при превышении которых рост ВРП приводит к снижению рентабельности. А именно – получены ограничения для ВРП на душу населения, индексов добывающей и обрабатывающей промышленности, которые отвечают снижению рентабельности ВРП:

- влияние ВРП на душу населения на рентабельность определяется знаком $\left(\mu^{(4)} + \mu^{(5)} S_1 + \mu^{(6)} S_2\right)$. Если эта величина положительная, то рентабельность имеет тенденцию расти с увеличением ВРП на душу населения, а если отрицательная – снижаться;
- рентабельность ВРП увеличивается с ростом S_1 при фиксированном ВРП на душу населения (Y/P) , если $\mu^{(5)} \log\left(\frac{Y}{P}\right) + \mu^{(2)} > 0$, и снижается, если $\mu^{(5)} \log\left(\frac{Y}{P}\right) + \mu^{(2)} < 0$;
- рентабельность ВРП увеличивается с ростом S_2 при фиксированном ВРП на душу населения (Y/P) , когда $\mu^{(6)} \log\left(\frac{Y}{P}\right) + \mu^{(3)} > 0$, и снижается, если $\mu^{(6)} \log\left(\frac{Y}{P}\right) + \mu^{(3)} < 0$.

На *рис. 6* показаны оценки рентабельности ВРП на основе модели (4) в зависимости от различных комбинаций индекса добывающей промышленности и индекса обрабатывающей промышленности в предположении, что регион имеет среднее значение ВРП на душу населения. Рентабельность возрастает с ростом как индекса добывающей промышленности, так и индекса обрабатывающей промышленности. При этом эффект от увеличения индекса добывающей промышленности оказывается более выраженным, чем от роста обрабатывающей. Наибольшие значения рентабельности ВРП достигаются при одновременно высоких значениях обоих индексов, что указывает на то, что более глубокая переработка полезных ископаемых позволяет существенно повысить рентабельность ВРП.

На *рис. 7* показана взаимосвязь между логарифмом ВРП на душу населения, индексом добывающей промышленности и рентабельностью ВРП при нулевом значении индекса обрабатывающей промышленности. В регионах с низким уровнем ВРП на душу населения (Y/P) имеется сильная положительная связь между индексом добывающей промышленности и рентабельностью ВРП. Это указывает на то, что освоение новых месторождений существенно повышает рентабельность региональной экономики. Однако по мере роста Y/P (что может отражать как исчерпание лег-

ких запасов, так и переход к более капиталоемким технологиям) эта связь ослабевает и даже меняет знак. Эта тенденция показана на *рис. 7*, где при высоких значениях $S1$ дальнейший рост Y/P сопровождается снижением рентабельности, что согласуется с гипотезой об убывающей отдаче от масштаба в добывающем секторе.

Также в регионах с низким ВРП на душу населения наблюдается положительная связь между индексом обрабатывающей промышленности и рентабельностью ВРП (*рис. 8*). Это указывает на то, что в менее развитых регионах создание и расширение обрабатывающей промышленности способствует повышению рентабельности ВРП. В регионах с высоким Y/P связь между индексом обрабатывающей промышленности и рентабельностью менее выражена, что отражает перенасыщения промышленной структуры и необходимости перехода к постиндустриальной экономике.

Примечательно, что регионы с высоким ВРП на душу населения и низкими значениями индексов добывающей и обрабатывающей промышленности демонстрируют самые высокие уровни рентабельности ВРП (*рис. 7, 8*). Экономика таких регионов ориентирована преимущественно на сектор услуг – торговлю, финансы, информационно-коммуникационные технологии, которые характеризуются высокой нормой прибыли и низкой капиталоемкостью. Подобная структура типична для крупных мегаполисов, где агломерационные эффекты и человеческий капитал становятся ключевыми факторами роста.

Проведенный вероятностно-статистический анализ позволяет сформулировать ряд выводов о взаимосвязи между структурой экономики, уровнем развития региона и рентабельностью валового регионального продукта.

В высокоразвитых регионах дальнейшее расширение традиционных добывающих и обрабатывающих производств, как правило, не ведет к значимому росту рентабельности ВРП. В этих условиях наиболее перспективным направлением становится развитие секторов, основанных на знаниях и услугах, что согласуется с глобальной тенденцией постиндустриального перехода в странах с развитой экономикой.

В экономически менее развитых регионах, напротив, формирование и укрепление базовых добывающих и обрабатывающих отраслей остается эффективным инструментом повышения рентабельности ВРП.

Оптимальная структура экономики, максимизирующая рентабельность ВРП, не является универсальной, а эволюционирует по мере развития региона. Чрезмерная специализация на добывающих и обрабатывающих отраслях приводит к снижению рентабельности ВРП.

Эти выводы обосновывают необходимость дифференцированного подхода к региональной экономической политике, включая налоговую систему. В частности, целесообразно:

- стимулировать инновационную активность в регионах с развитой обрабатывающей промышленностью посредством расширения налоговых льгот на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, что будет способствовать технологической модернизации и формированию наукоемких кластеров;
- дифференцировать налоговую нагрузку в зависимости от уровня развития: регионы с низким ВРП на душу населения и слабой промышленной базой могут получить стимул развития от сниженных налоговых ставок, направленных на привлечение инвестиций, тогда как в высокодоходных регионах с доминированием сектора услуг допустимо умеренное повышение налоговой нагрузки;
- учитывать агломерационные эффекты при разработке налогового режима для крупных городов и мегаполисов;
- поддерживать накопление капитала в регионах с низкой фондовооруженностью через механизмы ускоренной амортизации и инвестиционные налоговые вычеты.

В заключение подчеркнем, что результаты вероятностно-статистического анализа свидетельствуют о том, что эффективная региональная политика должна быть адаптивной и учитывать текущие экономические условия в регионе. Результативные стратегии развития на ранних этапах развития могут утратить свою эффективность или даже стать контрпродуктивными на более поздних стадиях. Это подтверждает необходимость отказа от «единообразных» решений в пользу гибкой, дифференцированной экономической политики, ориентированной на конкретные структурные и институциональные особенности каждого региона.

Таблица 1
Оценки параметров эконометрической модели для ВРП

Table 1
Estimates of econometric model parameters for GRP

Параметр	Оценка	Ст. ошибка	t-значение	p-значение
C	6,77	0,42	4,53	0
μ_1	0,55	0,21	2,72	0,01
μ_2	0,01	0	3,53	0
μ_3	-0,02	0,01	-3,68	0
λ_1	0,33	0,26	-4,35	0
λ_2	-0,01	0,01	-1,96	0,05
λ_3	0,05	0,01	3,83	0
λ_4	3,34	1,16	2,89	0,01
γ	0,05	0,02	2,81	0,01

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2
Оценки параметров эконометрической модели для рентабельности ВРП

Table 2
Estimates of econometric model parameters for GRP profitability

Параметр	Значение	Ст. ошибка	t-статистика	p-значение
$\mu^{(1)}$	0,002	0,83	9,96	0
$\mu^{(2)}$	0,13	0,03	7,11	0
$\mu^{(3)}$	0,11	0,06	2,5	0,01
$\mu^{(4)}$	0,7	0,14	7,45	0
$\mu^{(5)}$	-0,02	0	-7,35	0
$\mu^{(6)}$	-0,02	0,01	-2,23	0,03

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3
Характеристики точности эконометрической модели рентабельности ВРП

Table 3
Characteristics of econometric model accuracy of GRP profitability

Показатель	Значение
Сумма квадратов остатков	0,03
MAPE	0,14
ССС	0,95

Источник: авторская разработка

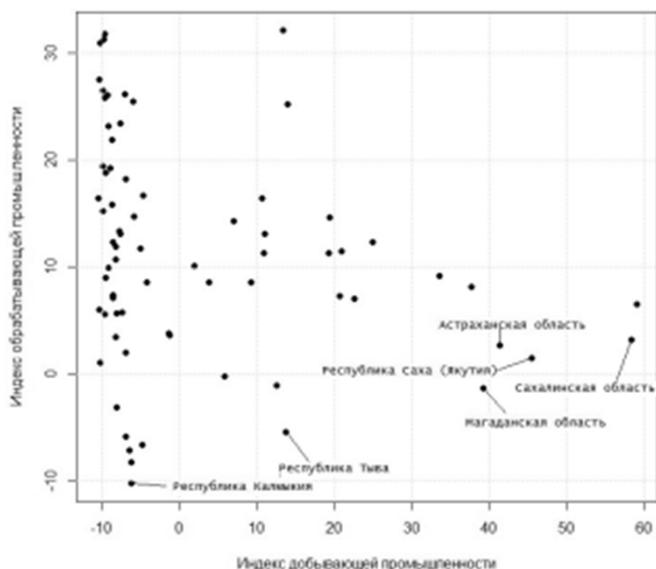
Source: Authoring

Рисунок 1

Распределение регионов России в пространстве факторов отраслевой ориентации

Figure 1

Distribution of Russian regions in the space of factors of sector-specific orientation



Источник: авторская разработка по данным Росстата

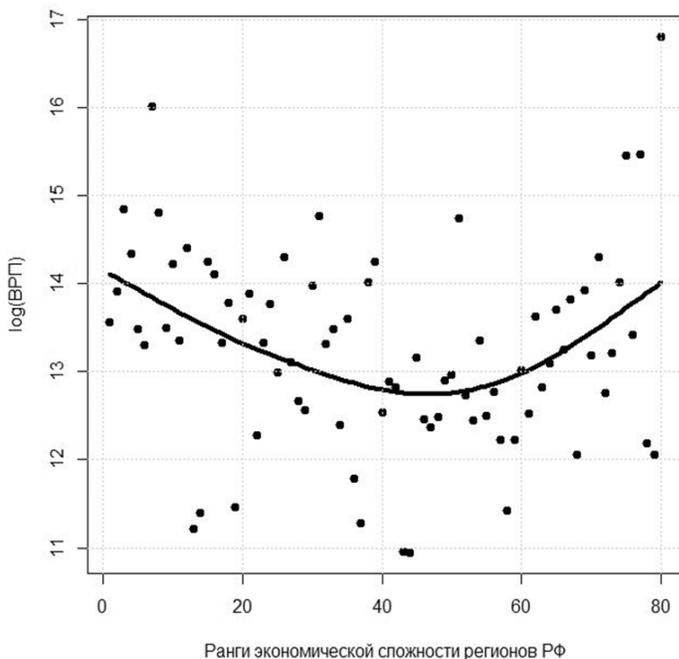
Source: Authoring, based on the Rosstat data

Рисунок 2

Валовой региональный продукт и ранги экономической сложности

Figure 2

Gross Regional Product and ranks of economic complexity



Источник: авторская разработка по данным Росстата и ФНС России

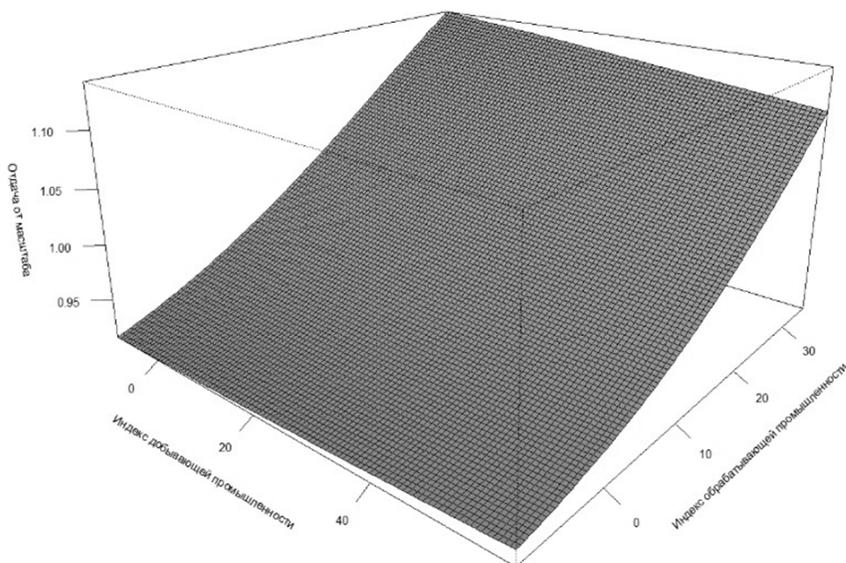
Source: Authoring, based on the Rosstat and Federal Tax Service of Russia data

Рисунок 3

Отдача от масштаба для ВРП в зависимости от уровня специализации в добывающей и обрабатывающей промышленности, модель (3)

Figure 3

Returns to scale for GRP depending on the level of specialization in the mining and manufacturing industries, Model (3)



Источник: авторская разработка по данным Росстата

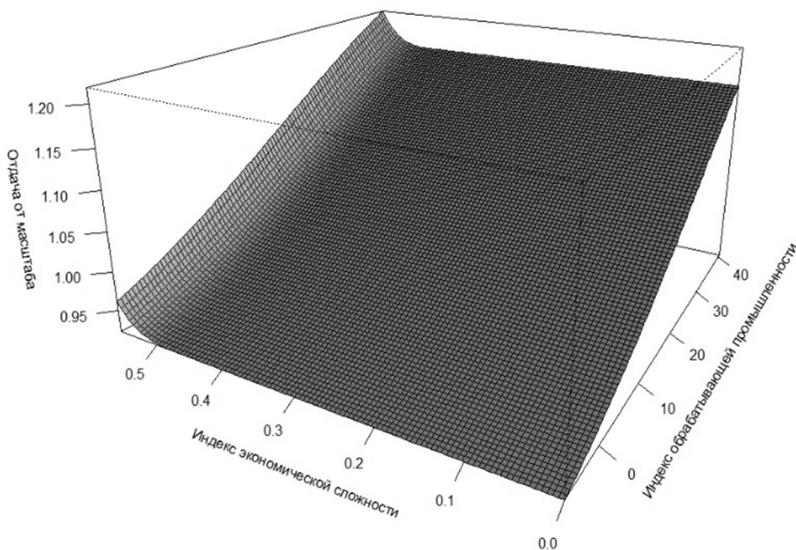
Source: Authoring, based on the Rosstat data

Рисунок 4

Отдача от масштаба для ВРП в зависимости от индекса экономической сложности и уровня развития обрабатывающей промышленности, модель (4)

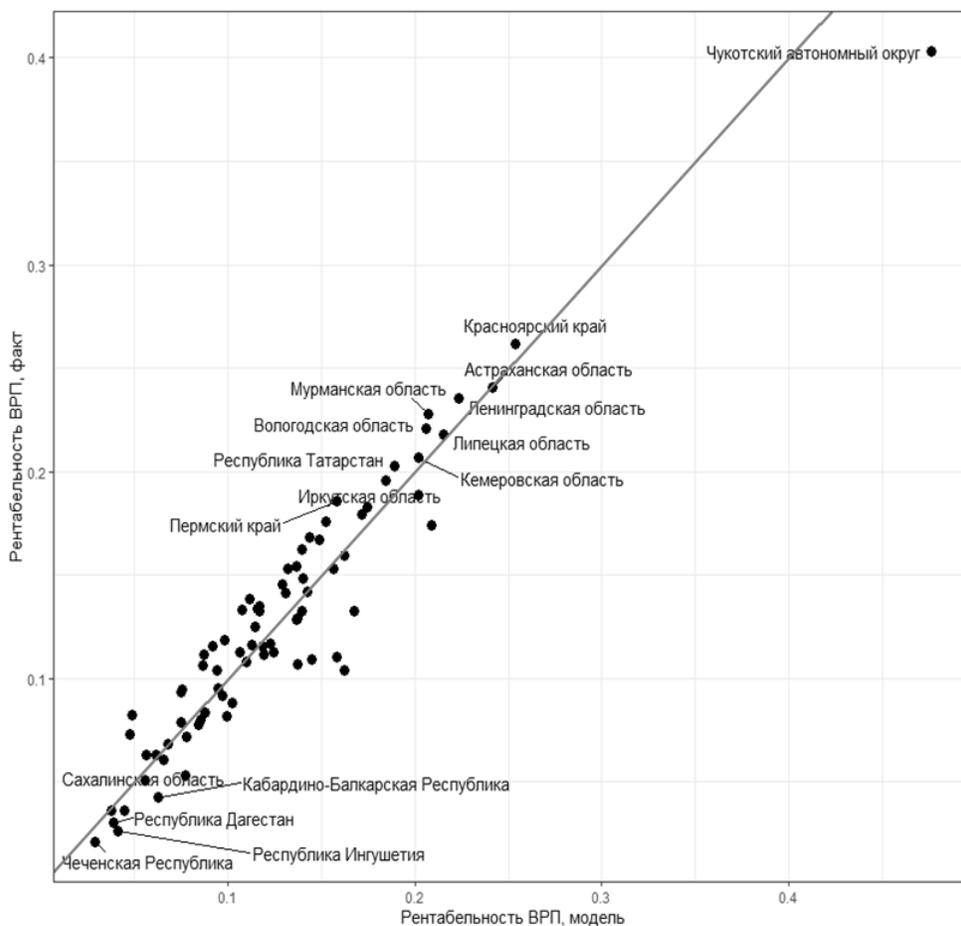
Figure 4

Returns to scale for GRP depending on the index of economic complexity and the level of manufacturing industry development, Model (4)



Источник: авторская разработка по данным Росстата и ФНС России

Source: Authoring, based on the Rosstat and Federal Tax Service of Russia data

Рисунок 5**Сравнение фактического значения рентабельности ВРП с ее оценкой по модели (5)****Figure 5****Comparison of the actual value of GRP profitability with its estimate according to Model (5)**

Примечание. Ось абсцисс – оценка рентабельности ВРП, полученная согласно модели (1); ось ординат – фактическое значение рентабельности ВРП. Линия на графике $y = x$.

Источник: авторская разработка по данным Росстата и ФНС России

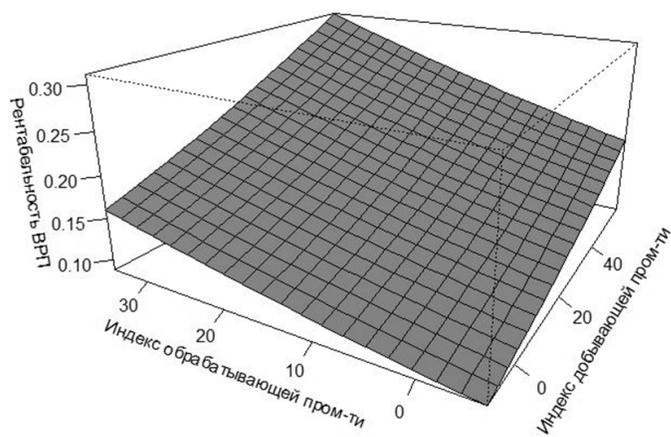
Source: Authoring, based on the Rosstat and Federal Tax Service of Russia data

Рисунок 6

Зависимость рентабельности ВРП от индексов добывающей и обрабатывающей отраслей промышленности согласно модели (5) (для среднего значения ВРП на душу населения)

Figure 6

Dependence of GRP profitability on indices of mining and manufacturing industries according to Model (5) (for the average value of GRP per capita)



Примечание. Ось абсцисс – индекс добывающей промышленности; ось ординат – индекс обрабатывающей промышленности; ось аппликат – рентабельность ВРП (для среднего значения ВРП на душу населения).

Источник: авторская разработка по данным Росстата

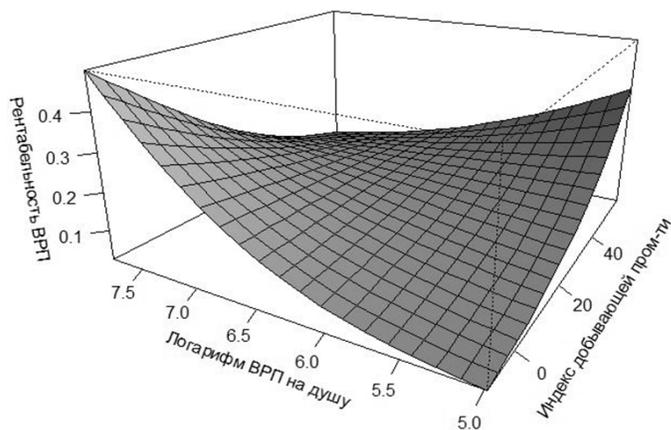
Source: Authoring, based on the Rosstat data

Рисунок 7

Зависимость рентабельности ВРП от индекса добывающей промышленности и ВРП на душу населения согласно модели (5) (при нулевом значении индекса обрабатывающей промышленности)

Figure 7

Dependence of GRP profitability on the mining industry index and GRP per capita according to Model (5) (with zero value of the manufacturing industry index)



Примечание. Ось абсцисс – индекс добывающей промышленности; ось ординат – логарифм ВРП на душу; ось аппликат – рентабельность ВРП (при нулевом значении индекса обрабатывающей промышленности).

Источник: авторская разработка по данным Росстата

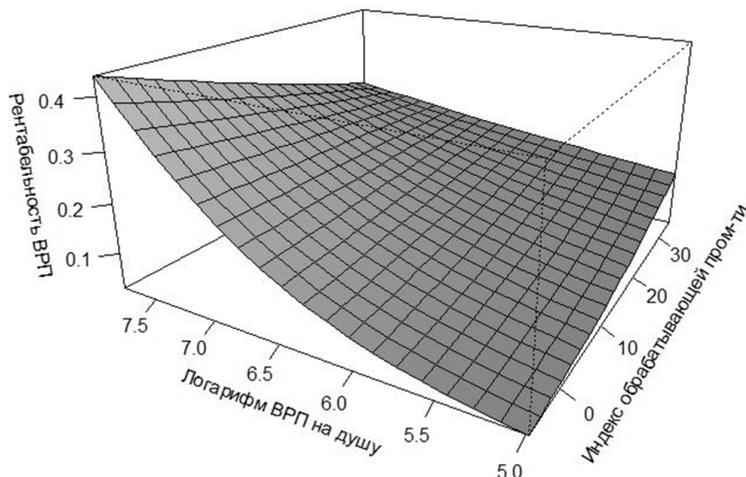
Source: Authoring, based on the Rosstat data

Рисунок 8

Зависимость рентабельности ВРП от индекса обрабатывающей промышленности и ВРП на душу населения согласно модели (5) (при нулевом значении индекса добывающей промышленности)

Figure 8

Dependence of GRP profitability on the manufacturing industry index and GRP per capita according to Model (5) (with zero value of the mining industry index)



Примечание. Ось абсцисс – индекс обрабатывающей промышленности; ось ординат – логарифм ВРП на душу; ось аппликат – рентабельность ВРП (при нулевом значении индекса добывающей промышленности).

Источник: авторская разработка по данным Росстата

Source: Authoring, based on the Rosstat data

Список литературы

1. Hirschman A.O. *The Strategy of Economic Development*. New Haven, Yale University Press, 1958.
2. Rosenstein-Rodan P.N. Problems of industrialization of Eastern and Southeastern Europe. *The Economic Journal*, 1943, vol. 53, no. 210/211, pp. 202–211. DOI: 10.2307/2226317
3. Piketty T. *Capital in the Twenty-First Century*. Cambridge, Massachusetts, Belknap Press of Harvard University Press, 2014, 685 p.
4. Hartmann D., Guevara M.R., Jara-Figueroa C. et al. Linking Economic Complexity, Institutions, and Income Inequality. *World Development*, 2017, vol. 93, pp. 75–93. DOI: 10.1016/j.worlddev.2016.12.020
5. Hidalgo C.A., Hausmann R. The Building Blocks of Economic Complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, vol. 106, iss. 26, pp. 10570–10575. DOI: 10.1073/pnas.0900943106
6. Hausmann R., Hidalgo C.A., Bustos S. et al. *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 2017. DOI: 10.7551/mitpress/9647.001.0001
7. Ross M.L. *The Oil Curse: How Petroleum Wealth Shapes the Development of Nations*. Princeton, NJ, Princeton University Press, 2012. DOI: 10.1515/9781400841929
8. Zheng Song, Storesletten K., Zilibotti F. Growing like China. *American Economic Review*, 2011, vol. 101, iss. 1, pp. 196–233. DOI: 10.1257/aer.101.1.196
9. Keun Lee. *Schumpeterian Analysis of Economic Catch-up: Knowledge, Path-Creation, and the Middle-Income Trap*. Cambridge University Press, 2013. DOI: 10.1017/CBO9781107337244

10. Balakrishnan P., Das M., Parameswaran M. The internal dynamic of Indian economic growth. *Journal of Asian Economics*, 2017, vol. 50, pp. 46–61. DOI: 10.1016/j.asieco.2017.03.002
11. Brandt L., Ma D., Rawski T.G. From Divergence to Convergence: Reevaluating the History behind China's Economic Boom. *Journal of Economic Literature*, 2014, vol. 52, iss. 1, pp. 45–123. DOI: 10.1257/jel.52.1.45
12. Кудров А.В. Влияние экономической сложности и отраслевой специализации на валовый региональный продукт регионов РФ // Бизнес-информатика. 2023. Т. 17. № 4. С. 25–40. DOI: 10.17323/2587-814X.2023.4.25.40 EDN: KEIRIX
13. Афанасьев М.Ю., Кудров А.В. Экономическая сложность и вложенность структур региональных экономик // Экономика и математические методы. 2021. Т. 57. № 3. С. 67–78. DOI: 10.31857/S042473880016410-0 EDN: RKEULL
14. Любимов И.Л., Гвоздева М.А., Казакова М.В., Нестерова К.В. Сложность экономики и возможность диверсификации экспорта в российских регионах // Журнал Новой экономической ассоциации. 2017. № 2. С. 94–122. DOI: 10.31737/2221-2264-2017-34-2-4 EDN: YTSZVH
15. Гаврилец Ю.Н., Кудров А.В., Тараканова И.В. Статистический анализ и моделирование взаимосвязи региональной экономики и науки // Экономика и математические методы. 2022. Т. 58. № 4. С. 56–70. DOI: 10.31857/S042473880023019-9 EDN: QQUSQS
16. Balassa B. Trade Liberalisation and “Revealed” Comparative Advantage. *The Manchester School*, 1965, vol. 33, iss. 2, pp. 99–123. DOI: 10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x
17. Кудров А.В. Влияние отраслевой структуры региональной экономики на рентабельность ВРП // Экономическая наука современной России. 2024. № 4. С. 60–76. DOI: 10.33293/1609-1442-2024-4(107)-60-76 EDN: RPBJSА

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

INDUSTRY SPECIALIZATION, ECONOMIC COMPLEXITY, AND GROSS REGIONAL PRODUCT PROFITABILITY IN THE CONSTITUENT ENTITIES OF THE RUSSIAN FEDERATIONDOI: <https://doi.org/10.24891/vpybbq>EDN: <https://elibrary.ru/vpybbq>**Aleksandr V. KUDROV**

Central Economics and Mathematics Institute, RAS (CEMI RAS) , Moscow, Russian Federation

e-mail: kovlal@inbox.ru

ORCID: 0000-0003-2495-5496

Article history:

Article No. 634/2025

Received 6 Oct 2025

Accepted 5 Nov 2025

Available online

16 Dec 2025

JEL Classification:

L16, O14, O25, O47,

P25

Keywords: industry specialization, economic complexity, regional economy profitability, econometric modeling, return to scale**Abstract****Subject.** The article discusses the influence of the regional economy sectoral structure and the level of its economic complexity on the gross regional product and its profitability in the constituent entities of the Russian Federation.**Objectives.** The study aims at the development, modification, and verification of two econometric models: expanded GRP production function, considering industry specialization and economic complexity index; nonlinear GRP profitability model, reflecting the impact of specialization and regional economy structure; identification of threshold effects for structural indicators, beyond which changes in specialization and industry structure cease to contribute to the growth of regional economy profitability.**Methods.** The study employs the probabilistic and statistical analysis, including the component analysis to build industry specialization indices, the spectral analysis to assess economic complexity, the analysis of direct relationships between variables, and the construction of nonlinear regression models for GRP and its profitability.**Results.** The influence of economic complexity on GRP is manifested only when the threshold level is exceeded, which is interpreted as the achievement of "structural maturity" of the regional economy. In less developed regions, the growth of extractive and manufacturing industries increases the profitability of GRP, while in highly developed regions, excessive specialization in manufacturing sectors leads to its decline. I obtained estimates of critical thresholds for GRP per capita and industry indices, beyond which there is a decrease in profitability.**Conclusions.** The effectiveness of regional economic policy depends on the stage of region's development. Industrial sector expansion strategies are appropriate only at the early stages of development.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2025

Please cite this article as: Kudrov A.V. Industry specialization, economic complexity, and gross regional product profitability in the constituent entities of the Russian Federation. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2025, iss. 12, pp. 38–53. DOI: 10.24891/vpybbq EDN: VPYBBQ**References**

1. Hirschman A.O. The Strategy of Economic Development. New Haven, Yale University Press, 1958.
2. Rosenstein-Rodan P.N. Problems of industrialization of Eastern and Southeastern Europe. *The Economic Journal*, 1943, vol. 53, no. 210/211, pp. 202–211. DOI: 10.2307/2226317

3. Piketty T. Capital in the Twenty-First Century. Cambridge, Massachusetts, Belknap Press of Harvard University Press, 2014, 685 p.
4. Hartmann D., Guevara M.R., Jara-Figueroa C. et al. Linking Economic Complexity, Institutions, and Income Inequality. *World Development*, 2017, vol. 93, pp. 75–93. DOI: 10.1016/j.worlddev.2016.12.020
5. Hidalgo C.A., Hausmann R. The Building Blocks of Economic Complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, vol. 106, iss. 26, pp. 10570–10575. DOI: 10.1073/pnas.0900943106
6. Hausmann R., Hidalgo C.A., Bustos S. et al. The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 2017. DOI: 10.7551/mitpress/9647.001.0001
7. Ross M.L. The Oil Curse: How Petroleum Wealth Shapes the Development of Nations. Princeton, NJ, Princeton University Press, 2012. DOI: 10.1515/9781400841929
8. Zheng Song, Storesletten K., Zilibotti F. Growing like China. *American Economic Review*, 2011, vol. 101, iss. 1, pp. 196–233. DOI: 10.1257/aer.101.1.196
9. Keun Lee. Schumpeterian Analysis of Economic Catch-up: Knowledge, Path-Creation, and Middle-Income Trap. Cambridge University Press, 2013. DOI: 10.1017/CBO9781107337244
10. Balakrishnan P., Das M., Parameswaran M. The internal dynamic of Indian economic growth. *Journal of Asian Economics*, 2017, vol. 50, pp. 46–61. DOI: 10.1016/j.asieco.2017.03.002
11. Brandt L., Ma D., Rawski T.G. From Divergence to Convergence: Reevaluating the History behind China's Economic Boom. *Journal of Economic Literature*, 2014, vol. 52, iss. 1, pp. 45–123. DOI: 10.1257/jel.52.1.45
12. Kudrov A.V. [The impact of economic complexity and industry specialization on the gross regional product of Russian regions]. *Biznes-informatika*, 2023, vol. 17, no. 4, pp. 25–40. (In Russ.) DOI: 10.17323/2587-814X.2023.4.25.40 EDN: KEIRIX
13. Afanas'ev M. Yu., Kudrov A.V. [Economic complexity and embedding of regional economies' structures]. *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2021, vol. 57, no. 3, pp. 67–78. (In Russ.) DOI: 10.31857/S042473880016410-0 EDN: RKEULL
14. Lyubimov I.L., Gvozdeva M.A., Kazakova M.V., Nesterova K.V. [Economic complexity of Russian regions and their potential to diversify]. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii*, 2017, no. 2, pp. 94–122. (In Russ.) DOI: 10.31737/2221-2264-2017-34-2-4 EDN: YTSZVH
15. Gavrilets Yu.N., Kudrov A.V., Tarakanova I.V. [Statistical analysis and modeling of regional economy and science relationship]. *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2022, vol. 58, no. 4, pp. 56–70. (In Russ.) DOI: 10.31857/S042473880023019-9 EDN: QQUSQS
16. Balassa B. Trade Liberalisation and “Revealed” Comparative Advantage. *The Manchester School*, 1965, vol. 33, iss. 2, pp. 99–123. DOI: 10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x
17. Kudrov A.V. [Impact of the sectoral structure of regional economy profitability on GRP]. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii*, 2024, no. 4, pp. 60–76. (In Russ.) DOI: 10.33293/1609-1442-2024-4(107)-60-76 EDN: RPBJSJA

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.