

1. НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

1.1. ОБ ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ РЕГИОНОВ

Афанасьев М. Ю.¹, Гусев А. А.²,
¹²ЦЭМИ РАН, Москва, Россия

Предложен подход к оценке экономической сложности регионов России по видам экономической деятельности. Подход основан на стандартном методе оценки экономической сложности. Рассмотрен вопрос выбора порогового значения показателя выявленных сравнительных преимуществ RCA. Построены 0-1 матрицы для секторов и видов экономической деятельности при разных порогах. Их структуры правильно отражают идею, заложенную в индексе экономической сложности. В результате корреляционного анализа показано, что при пороге 1 индекс экономической сложности по секторам и индекс экономической сложности по видам экономической деятельности обладают большей устойчивостью к изменению порога, чем при других пороговых значениях. Проведён сравнительный анализ оценок экономической сложности по 82 секторам и 24 видам экономической деятельности за 2019 г. Оценка экономической сложности регионов по видам экономической деятельности может быть полезна при решении задач управления, направленных на диверсификацию региональной экономики и повышение ее экономической сложности.

1. Введение

В работе [Афанасьев, Гусев, 2022] был предложен подход к формированию рекомендаций по развитию секторов с целью диверсификации региональной экономики, ориентированный на повышение ее экономической сложности. Оценки экономической сложности регионов получены в этой работе на основе данных о налоговых поступлениях по секторам экономики, что позволяет характеризовать структуры региональных экономик, включающих сектора, ориентированные как на внешний, так и на внутренний рынки. Однако, для оценки экономической сложности регионов могут использоваться альтернативные подходы.

В предложенной далее модификации стандартного подхода для оценки экономической сложности регионов используются показатели промышленного производства: объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по четырём укрупнённым видам экономической деятельности, а также структуры объёмов отгруженной продукции по каждому укрупнённому виду экономической деятельности. В результате формируются оценки объёмов отгруженной продукции по 24 видам экономической деятельности (ВЭД). На этой основе построена матрица выявленных сравнительных преимуществ, описывающая структуру региональных экономик по ВЭД, и получены оценки экономической сложности регионов в соответствии со стандартным подходом.

Рассмотрен один из актуальных вопросов применения индекса экономической сложности, который связан с выбором порогового значения RCA на этапах формирования и сравнительного анализа индексов, построенных на основе различных данных.

Проведено сравнение оценок экономической сложности регионов, полученных на основе данных по 24 ВЭД, с ранее полученными оценками экономической сложности на основе данных об объемах производства по 82 секторам экономики. Высокий уровень корреляции этих оценок указывает на их устойчивость по отношению к используемым данным и уровню детализации описания структуры региональной экономики.

2. Методология

Описание структуры региональной экономики. Для описания структуры региональной экономики использованы данные об объемах отгруженной продукции по ВЭД. Сначала определим показатель RCA_{cp} выявленных сравнительных преимуществ:

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

где y_{cp} — объем производства по ВЭД p экономики региона c ; RCA_{cp} — отношение доли производства по ВЭД p в общем объеме производства по всем ВЭД экономики региона c к доле производства по ВЭД p всех регионов в объеме производства по всем ВЭД экономик всех регионов. В соответствии с работой [Hausmann, Klinger, 2006], для выявления сравнительных преимуществ в экономиках используется показатель RCA_{cp} для которого проверяется условие типа ограничения снизу. А именно, если значение RCA_{cp} превышает единицу, то считается, что экономика региона c обладает выявленными сравнительными преимуществами в выпуске продукции по ВЭД p ; в противном случае — выявленных сравнительных преимуществ не существует:

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

Матрица $A = (a_{c,p})$ содержит данные о ВЭД, которые в разных регионах развиты на уровне выявленных сравнительных преимуществ, определенных при помощи выражения (1). Строки этой матрицы соответствуют регионам, столбцы — ВЭД. Вектор $(a_{c,p_1}, \dots, a_{c,p_m})$ будем называть *структурой сильных ВЭД* экономики региона c .

Экономическая сложность. Понятие «*экономическая сложность региона*» рассматривается как характеристика, отражающая уровень его технологического развития, который определяется сильными ВЭД в структуре его экономики. Аналогично экономическая сложность ВЭД зависит от уровня технологического развития тех регионов, в структуре которых этот ВЭД присутствует в качестве сильного. Экономическая сложность является латентной характеристикой региона ECl_c или ВЭД ECl_p . Оценки экономической сложности обладают следующими свойствами: экономическая сложность региона пропорциональна среднему уровню экономической сложности сильных ВЭД в структуре его экономики:

$$ECl_c = a_1 \sum_p r_{c,p} ECl_p, \quad r_{c,p} = a_{c,p} / k_{c,0}, \quad k_{c,0} = \sum_p a_{c,p}, \quad (2)$$

где a_1 — положительная константа.

Экономическая сложность ВЭД пропорциональна среднему уровню экономической сложности регионов, в структуре экономик которых этот ВЭД является сильным:

$$ECl_p = a_2 \sum_c r_{p,c}^* ECl_c, \quad r_{p,c}^* = a_{c,p} / k_{p,0}, \quad k_{p,0} = \sum_c a_{c,p}, \quad (3)$$

где a_2 — положительная константа. Показатель $k_{c,0}$, равный числу сильных ВЭД в регионе c , будем называть *диверсификацией структуры экономики* региона c по ВЭД. Пусть $\mathbf{c} = (ECl_{c_1}, ECl_{c_2}, \dots)^T$ — вектор-столбец значений экономической сложности для регионов; $\mathbf{p} = (ECl_{p_1}, ECl_{p_2}, \dots)^T$ — вектор-столбец значений экономической сложности для ВЭД; $\mathbf{R}_1 = (r_{c,p})$, $\mathbf{R}_2 = (r_{p,c}^*)$ — матрицы весов. Из соотношений (2) и (3) следует, что $\mathbf{c} = a_1 a_2 \mathbf{R}_1 \mathbf{R}_2 \mathbf{c}$, $\mathbf{p} = a_1 a_2 \mathbf{R}_2 \mathbf{R}_1 \mathbf{p}$. Таким образом, экономическая сложность региона определяется как собственный вектор матрицы $\mathbf{R}_1 \mathbf{R}_2$, а экономическая сложность ВЭД — как собственный вектор матрицы $\mathbf{R}_2 \mathbf{R}_1$. Матрицы $\mathbf{R}_1 \mathbf{R}_2$ и $\mathbf{R}_2 \mathbf{R}_1$ являются стохастическими: их элементы неотрицательны, а их сумма по строкам равна 1. В силу стохастичности матрица $\mathbf{R}_1 \mathbf{R}_2$ имеет собственное значение, равное 1, и отвечающий ему собственный вектор, который состоит из одинаковых координат. В работах [Hausmann, Rodrik, 2003; Sciarra et al., 2020] в качестве значений оценок экономической сложности регионов и ВЭД предлагается использовать значение собственного вектора матриц $\mathbf{R}_1 \mathbf{R}_2$, которые соответствуют второму максимальному собственному значению.

Описание данных. В предложенной далее модификации оценки экономической сложности регионов по ВЭД используются показатели промышленного производства по четырём укрупнённым видам экономической деятельности, а также структуры объёмов отгруженной продукции по 24 ВЭД. В результате по данным Федеральной службы государственной статистики¹ получены объёмы отгруженных товаров, выполненных работ и услуг за 2019 год по 24 ВЭД.

С помощью объёмов отгруженной продукции, выполненных работ и услуг промышленного производства по четырём основным укрупнённым видам экономической деятельности $V_c^{(r)}$ по регионам за 2019 год (раздел 13.01), а также структур распределения этих объёмов в процентах $x_{cp}^{(r)}$ для каждого ВЭД внутри соответствующего основного укрупнённого вида экономической деятельности в промышленности $r = \{1, 2, 3, 4\}$ «Добыча полезных ископаемых», «Обрабатывающие производства», «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» и «Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» (соответственно разделы: 13.04, 13.05, 13.06 и 13.07) можно оценить объёмы отгруженной продукции по ВЭД для большинства регионов. Для заполнения пропусков, появившихся вследствие отсутствия нужной информации по отдельным регионам и ВЭД, было установлено соответствие между 24 ВЭД по промышленному производству и 82 секторами по налоговым поступлениям². Пропорции между ними позволили получить оценки объёмов отгруженной продукции по всем ВЭД. Умножение долей ВЭД в объёме соответствующего укрупнённого вида экономической деятельности на общий объём отгруженной продукции по этому виду даёт значения объёмов отгруженной продукции за указанный год для каждого ВЭД по всем регионам:

$$y_{cp} = \frac{x_{cp}^{(r)}}{100} \cdot V_c^{(r)},$$

где c — регион; p — ВЭД. В результате получены оценки объёмов отгруженной продукции по 24 ВЭД для 79 регионов России за 2019 год.

¹ Регионы России. Социально-экономические показатели — 2020 г. URL: https://gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm (дата обращения 15.01.2022)

² Данные о налоговых поступлениях по секторам экономики. URL: https://www.nalog.ru/m77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/8826515/ (дата обращения 15.01.2022)

3. Результаты моделирования

Экономическая сложность по ВЭД. Для оценки экономической сложности по ВЭД к данным отгруженной продукции промышленного производства за 2019 г. был применён стандартный подход [Hartmann, 2017; Hausmann, Rodrik 2003; Hausmann, Hwang, Rodrik, 2006; Hidalgo, Hausmann, 2009]. В результате получены оценки экономической сложности регионов по 24 ВЭД (столбец (3) табл. П1 приложения) и оценки экономической сложности ВЭД (столбец (3) табл. П2 приложения).

На рис.1 можно наблюдать нелинейную зависимость экономической сложности регионов от числа сильных ВЭД. У регионов с малым числом сильных ВЭД оценки экономической сложности относительно низкие. С возрастанием числа сильных ВЭД наблюдается тенденция роста экономической сложности регионов.

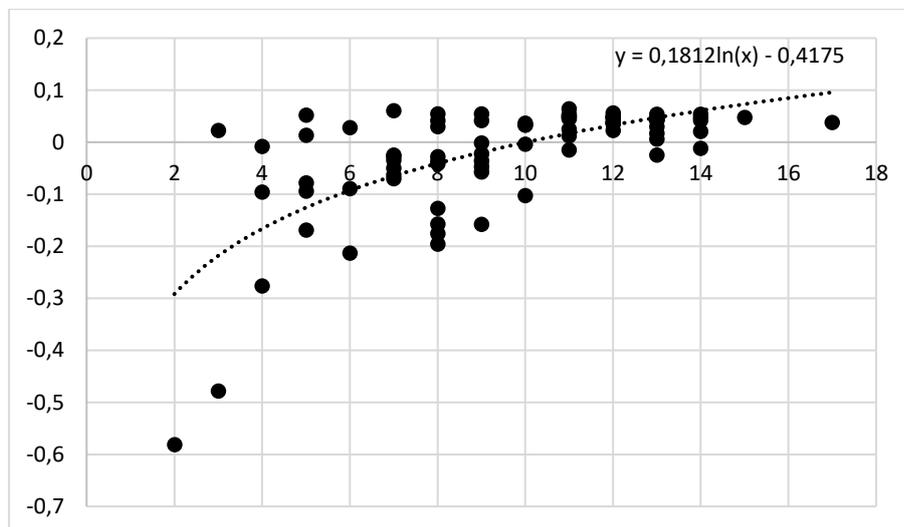


Рис. 1. Зависимость оценок экономической сложности регионов (ось ординат) от числа сильных ВЭД (ось абсцисс).

По результатам расчётов оценок экономической сложности регионов (табл. П1 приложения, столбец (3)) наиболее высокие значения у Тамбовской области (11 сильных ВЭД; экономическая сложность региона 0,06441), Калужской области (7; 0,06103), Ульяновской области (12; 0,05662), Республики Марий Эл (9; 0,05488), Республики Мордовия (8; 0,05437), Пензенской области (13; 0,05418), Чувашской Республики (14; 0,054) и т.д. Эти регионы отличаются высокой диверсификацией экономики по ВЭД. С учетом видов специализации региональных экономик, описанных в работе [Айвазян, Афанасьев, Кудров, 2016], эти регионы можно отнести к смешанному типу. Они специализируются на обрабатывающей промышленности и сельском хозяйстве.

Относительно низкие оценки экономической сложности у Тюменской области (2; -0,58096), Сахалинской области (3; -0,47772), Астраханской области (4; -0,2764); Оренбургской области (6; -0,21304), Республики Саха (Якутия) (8; -0,19579), Республики Коми (8; -0,17566). Это преимущественно регионы со специализацией в добывающей промышленности. Таким образом, относительно высокие оценки экономической сложности у развитых «обрабатывающих» и «сельскохозяйственных регионов», а низкие – у «добывающих» регионов.

Если расположить по возрастанию оценки экономической сложности ВЭД (табл. П2 приложения, столбец (3)), то сначала идут ВЭД из укрупнённого вида экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых». В том числе, «предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых» Д5, который является сильным ВЭД у 13 регионов и имеет экономическую сложность -0,643959; «добыча нефти и природного газа» Д2 (15; -0,617883); «добыча угля» Д1 (14; -0,294573); «добыча металлических руд» Д3 (22; -0,165385); «добыча прочих полезных ископаемых» Д4 (25; -0,073529). Затем идёт «производство металлургическое; производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования» ОП8 (21; -0,067646); «ремонт и монтаж машин и оборудования» ОП12 (33; -0,053073); «производство, передача и распределение пара и горячей воды <...>» ОЭ3 (52; -0,019888); «обработка древесины и производство изделий из дерева <...>» ОП3 (31; -0,013296); «предоставление услуг в области ликвидации последствий загрязнений и удалением отходов <...>» В4 (30; -0,001626); «производство, передача и распределение электроэнергии» ОЭ1 (43; 0,01941); «производство бумаги и бумажных изделий; деятельность полиграфическая и копирование носителей информации» ОП4 (27; 0,02714); «производство и распределение газообразного топлива» ОЭ2 (48; 0,02902); «производство кокса и нефтепродуктов <...>» ОП5 (14; 0,02962); «сбор и обработка сточных вод» В2 (43; 0,03215); «забор, очистка и распределение воды» В1 (52; 0,03792); «производство химических веществ и химических продуктов; производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях» ОП6 (24; 0,06375); «производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки»

<...>» ОП10 (30; 0,07254); «сбор, обработка и утилизация отходов; обработка вторичного сырья» ВЗ (37; 0,08353).

В конце с самыми высокими оценками экономической сложности находятся обрабатывающие производства: «производство мебели; производство прочих готовых изделий» ОП11 (31; 0,08514); «производство прочей неметаллической минеральной продукции» ОП7 (38; 0,08907); «производство компьютеров, электронных и оптических изделий; производство электрического оборудования» ОП9 (35; 0,10366); «производство пищевых продуктов; производство напитков; производство табачных изделий» ОП1; (41; 0,10943); «производство текстильных изделий; производство одежды; производство кожи и изделий из кожи» ОП2 (33; 0,12856). Таким образом, добыча полезных ископаемых относится к наименее экономически сложным ВЭД, а обрабатывающие производства – к наиболее экономически сложным.

К вопросу о выборе порога RCA. В работе [Афанасьев, Гусев, 2022] были получены оценки экономической сложности регионов по секторам экономики ECI_c^s . Они представлены в столбце (5) табл. П1 приложения. Индекс экономической сложности (ЕС) измеряет сложность производственной структуры региона путем объединения информации о разнообразии экономики (количество сильных секторов, или ВЭД) и распространенности сильных секторов (количество регионов, в которых сектор или ВЭД является сильным, то есть производит продукцию на уровне выявленных сравнительных преимуществ). Идея, лежащая в основе ЕС, заключается в том, что развитые региональные экономики разнообразны (диверсифицированы) и производят продукцию сильных секторов или ВЭД, которые в среднем имеют низкую распространенность, потому что только несколько региональных экономик развили сектор или ВЭД до уровня сильного. Характеристики сложности производственных структур регионов можно рассматривать как показатель уровня человеческого и социального капитала региональной экономики, поскольку способность региона производить продукцию сильных секторов с высокими оценками сложности зависит от накопленных знаний и способности людей формировать социальные и профессиональные сети для того, чтобы собирать, накапливать и использовать в производстве новые знания [Hidalgo, 2015]. Один из актуальных вопросов практического применения индекса экономической сложности связан с выбором порогового значения RCA на этапах формирования и сравнительного анализа индексов, построенных на основе различных данных.

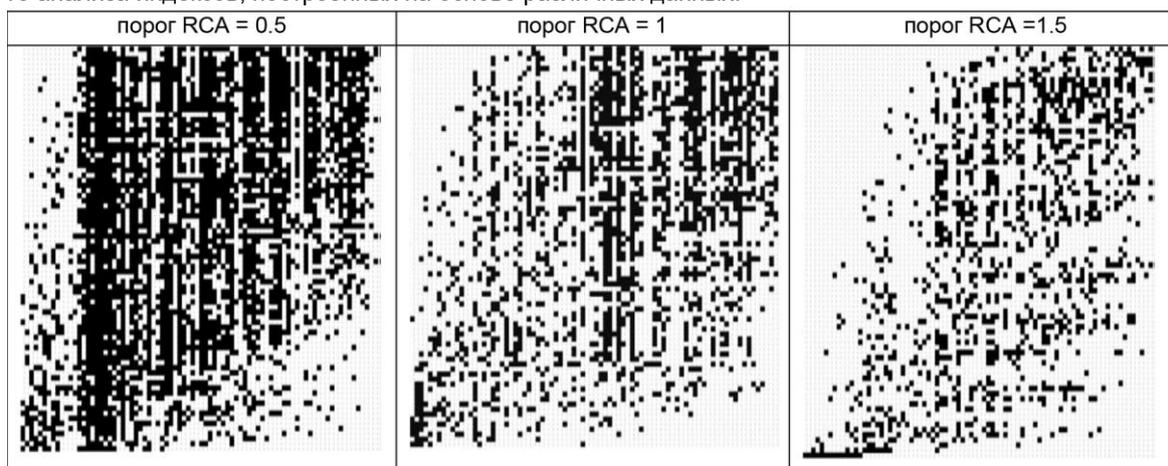


Рис. 2. Матрица 0–1 регион-сектор со строками, упорядоченными по ECI_c^s и столбцами, упорядоченными по ECI_p^s , для различных порогов RCA

На рисунке 2 представлены 0–1 матрицы, описывающие структуру региональных экономик и построенные для различных значений порога RCA. Строки матриц соответствуют регионам, столбцы – секторам экономики. Темная ячейка матрицы означает, что соответствующий элемент матрицы равен 1. То есть сектор является сильным в экономике региона. В противном случае элемент матрицы равен нулю и сектор сильным не является. Строки каждой матрицы упорядочены снизу вверх по возрастанию оценок экономической сложности регионов ECI_c^s . Столбцы упорядочены слева направо по возрастанию оценок экономической сложности секторов ECI_p^s . В прикладных исследованиях по умолчанию используется пороговое значение 1, так как допускает простую интерпретацию. В контексте регионов и секторов при пороге RCA, равном 1, доля производства сильного сектора в экономике региона выше, чем доля этого сектора в национальной экономике.

Рассмотрим структуру матрицы при пороге RCA, равном 1 (на рис. 2 в центре). Верхние строки матрицы содержат существенно больше единиц, чем нижние строки. Соответственно, регионы с более высокими оценками экономической сложности более диверсифицированы, чем регионы с низкими оценками. Сектора с относительно высокими оценками сложности ECI_p^s являются сильными преимущественно в регионах с относительно высокими оценками экономической сложности ECI_c^s . Соответственно, правый нижний угол матрицы слабо заполнен единицами. Сектора с относительно низкими

оценками сложности ECI_p^s являются сильными в регионах с относительно низкими оценками экономической сложности ECI_c^s . Соответственно, левый верхний угол матрицы слабо заполнен единицами.

В матрице, построенной для порога RCA, равного 0.5 (на рис. 2 слева), больше элементов, равных 1. Следует отметить, что при пороге 0.5 некоторые сектора являются сильными практически во всех регионах. Это несколько снижает информативность матрицы. Но эта матрица имеет примерно ту же структуру, что матрица при пороге RCA, равном 1. В матрице, построенной для порога RCA, равного 1.5 (на рис. 2 справа), относительно мало элементов, равных 1. Поэтому она также может быть недостаточно информативна для расчета индекса экономической сложности. Структура каждой из трех матриц, построенных для близких пороговых значений RCA, правильно отражает идею, заложенную в индексе экономической сложности. Поэтому нет серьезных оснований для того, чтобы использовать для расчета RCA порог, отличный от 1. Однако, желательно проверить, что индекс экономической сложности ECI_c^s , рассчитанный при пороге 1, обладает устойчивостью. То есть не меняется сильно при относительно небольшом изменении порога RCA. Для этого целесообразно рассмотреть корреляционную матрицу индексов экономической сложности (табл. 1), построенных для разных пороговых значений.

Таблица 1. Корреляция ECI_c^s по 82 секторам для разных порогов RCA

ECI по секторам. Порог	0.5	0.75	1	1.125	1.25	1.5
0.5	1	0.9136	0.8360	0.8114	0.7299	0.5659
0.75	0.8824	1	0.9361	0.9050	0.8070	0.5755
1	0.7776	0.9565	1	0.9508	0.8479	0.5919
1.125	0.7610	0.9362	0.9699	1	0.9506	0.7198
1.25	0.6854	0.8377	0.8632	0.9434	1	0.8418
1.5	0.1678	0.1919	0.2199	0.5810	0.5810	1

Таблица 1 отражает корреляционную взаимосвязь шести индексов экономической сложности регионов, построенных для пороговых значений в интервале от 0.5 до 1.5. Под главной диагональю таблицы приведены коэффициенты корреляции Пирсона. Над главной диагональю – коэффициенты ранговой корреляции Спирмена. Использование меньших или больших пороговых значений не целесообразно, так как при таких пороговых значениях трудно интерпретировать понятие «сильный сектор» и соответствующий индекс экономической сложности. Кроме того, оценка взаимосвязи такого индекса с индексом, построенным для порога 1, становится незначимой и утрачивается возможность их сопоставления. Наблюдается высокая устойчивость индекса, построенного для порога 1 при изменении порогового значения в диапазоне от 0.75 до 1.125. Устойчивость индекса, построенного при других значениях, ниже. Эти выводы не противоречат рекомендациям использовать в прикладных исследованиях индекс экономической сложности, построенный для порога RCA, равного 1.

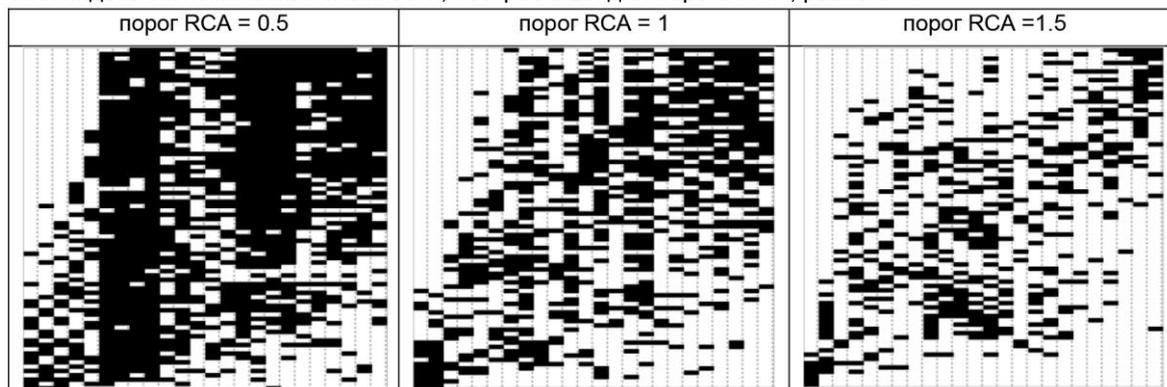


Рис. 3. Матрица 0–1 регион-ВЭД со строками, упорядоченными по ECI_c и столбцами, упорядоченными по ECI_p , для различных порогов RCA

На рисунке 3 представлены 0–1 матрицы, описывающие структуру региональных экономик на основе ВЭД для различных значений порога RCA. Темная ячейка матрицы означает, что соответствующий элемент матрицы равен 1. То есть продукция данного ВЭД производится регионом на уровне выявленных сравнительных преимуществ. Строки каждой матрицы упорядочены снизу вверх по возрастанию оценок ECI_c экономической сложности регионов. Столбцы упорядочены слева направо по возрастанию оценок ECI_p экономической сложности ВЭД. Структура матриц на рисунке 3 отражает те же особенности, которые мы наблюдаем на рисунке 2. Поэтому для сравнительного анализа мы можем

использовать порог RCA 1, убедившись в устойчивости соответствующего индекса экономической сложности.

Таблица 2. Корреляция ECI_c по 24 ВЭД для разных порогов RCA

ECI по ВЭД. Порог	0.5	0.75	1	1.125	1.25	1.5
0.5	1	0.9157	0.8957	0.7361	0.7224	0.2669
0.75	0.9815	1	0.9400	0.7967	0.8027	0.3246
1	0.9385	0.9539	1	0.8222	0.8254	0.3021
1.125	0.8357	0.8513	0.8977	1	0.7560	0.2165
1.25	0.8362	0.8596	0.9351	0.8704	1	0.4746
1.5	0.0689	0.0499	0.0842	0.0147	0.1215	1

В таблице 2 под главной диагональю приведены коэффициенты корреляции Пирсона индексов экономической сложности регионов, построенных по ВЭД. Над главной диагональю – коэффициенты корреляции Спирмена. Устойчивость индекса, построенного по ВЭД при пороге 0,75 несколько выше, чем при пороге 1. Но высокие коэффициенты корреляции Пирсона 0.95 и Спирмена 0.94 этих индексов позволяют нам использовать любой из них. Как видно из таблицы 3, коэффициент корреляции Пирсона индекса по секторам при пороговом значении 1 выше с индексом по ВЭД при пороговом значении 1, чем с индексом по ВЭД при пороговом значении 0,75. Различие в индексах корреляции Спирмена незначительно. Из этих соображений в приложениях имеет смысл использовать индекс экономической сложности по секторам с порогом 1 и индекс экономической сложности по ВЭД с порогом 1.

Таблица 3. Корреляция Пирсона и Спирмена ECI_c и ECI_c^s для порога 1 и 0,75

	ECI по ВЭД. Порог 0,75	ECI по ВЭД. Порог 1
ECI по секторам при пороге 1. Корреляция Пирсона	0,696	0,771
ECI по секторам при пороге 1. Корреляция Спирмена	0,769	0,758

Сравнительный анализ оценок экономической сложности. Сравним оценки экономической сложности 79 регионов, полученные на основе данных о налоговых поступлениях по 82 секторам (столбец (5) таблицы П1 приложения) и на основе данных по отгруженной продукции по 24 ВЭД за 2019 г. (столбец (3) таблицы П1 приложения). Коэффициент корреляции Пирсона индекса экономической сложности регионов по 82 секторам и индекса экономической сложности по 24 ВЭД составляет 0,771. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составляет 0,758.

Также прослеживается относительная близость оценок по наиболее экономически сложным ВЭД и секторам. Это обрабатывающая промышленность ОП2, которая соответствует сектору 1125 – «производство кожи и изделий из кожи». ВЭД и сектора с низкими оценками экономической сложности относятся к добыче полезных ископаемых. У ВЭД – это Д5 «предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых», а у секторов – 1060 «добыча природного газа и газового конденсата».

При визуализации зависимости оценок экономической сложности регионов по 82 секторам (рис. 4) можно наблюдать те же тенденции, что были упомянуты ранее для 24 ВЭД (рис. 1).

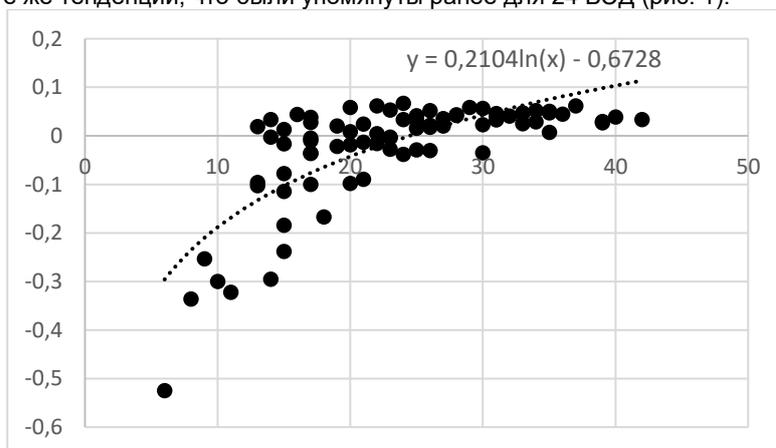


Рис. 4. Зависимость оценок экономической сложности регионов (ось ординат) от числа сильных секторов (ось абсцисс).

На рис. 5 точка характеризует регион. Ее координата по оси абсцисс – оценка экономической сложности регионов по секторам. Координата по оси ординат – оценка по ВЭД. В нижней части рисунка – точки, соответствующие трем добывающим регионам (Оренбургская, Тюменская, Сахалинская области). Эти регионы имеют самые большие объемы производства в секторе 1055 (добыча сырой нефти). В верхнем правом углу регионы с развитыми секторами обрабатывающей и сельскохозяйственной продукции. Регионы, расположенные близко к диагонали, имеют близкие оценки экономической сложности по секторам и ВЭД.

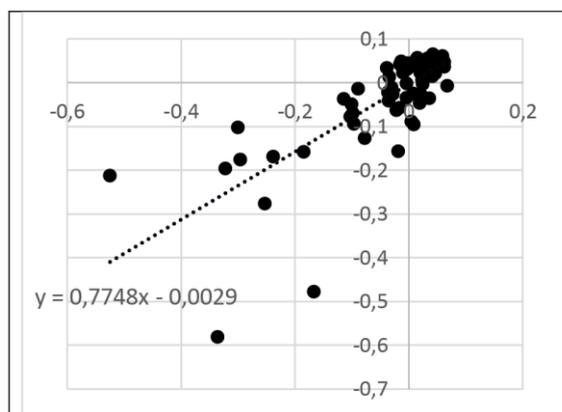


Рис. 5. Оценки экономической сложности регионов по секторам (ось абсцисс) и ВЭД (ось ординат) для 79 регионов

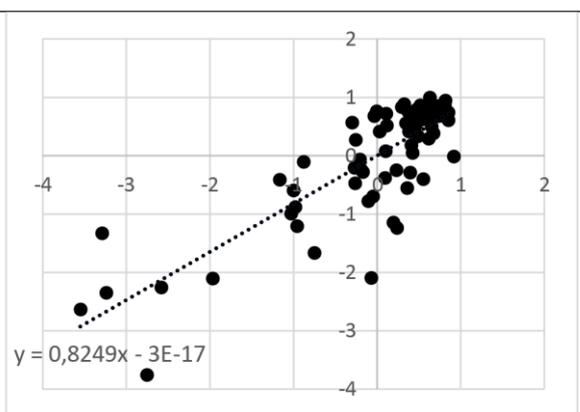


Рис. 6. Оценки экономической сложности регионов по секторам (ось абсцисс) и ВЭД (ось ординат) без трёх добывающих регионов

Отдельный интерес представляет рассмотрение ситуации без трех указанных выше добывающих регионов (рис. 6). При отсутствии трёх добывающих регионов (Оренбургская, Тюменская и Сахалинская области) корреляция оценок возрастает до 0,825. Это говорит о том, что в некоторых случаях могут быть использованы оценки экономической сложности регионов по 24 ВЭД. Оценки экономической сложности регионов имеют высокую устойчивость при переходе от данных по налоговым поступлениям к данным по объемам производства и от данных по секторам к данным по ВЭД.

6. Заключение

Представлен подход к оценке экономической сложности регионов на основе данных об объемах производства по 24 видам экономической деятельности (ВЭД). Расчет оценок экономической сложности выполнен на основе стандартного подхода [Hartmann, 2017; Hausmann, Rodrik 2003; Hausmann, Hwang, Rodrik, 2006; Hidalgo, Hausmann, 2009]. Показано, что регионы с относительно высокими оценками экономической сложности специализируются в обрабатывающих и сельскохозяйственных производствах. Регионы с относительно низкими оценками – в добывающей промышленности.

Рассмотрен вопрос выбора порогового значения RCA. Структура 0–1 матриц для секторов и ВЭД, построенных для близких пороговых значений RCA, правильно отражает идею, заложенную в индексе экономической сложности. Построена корреляционная матрица индексов экономической сложности регионов для разных пороговых значений. Показано, что при пороге 1 индекс экономической сложности по секторам и индекс экономической сложности по ВЭД обладают большей устойчивостью к изменению порога, чем при других пороговых значениях.

Проведён сравнительный анализ оценок экономической сложности 79 регионов по 24 ВЭД и представленных в работе [Афанасьев, Гусев, 2022] оценок экономической сложности по 82 секторам на данных за 2019 г. Их корреляция составила 0,771. Без трех добывающих регионов (Оренбургская, Тюменская и Сахалинская области) корреляция оценок экономической сложности на основе данных о налоговых поступлениях по секторам и объемах отгруженной продукции по ВЭД повышается до 0,825. Таким образом, оценки экономической сложности имеют высокую устойчивость при переходе от данных по налоговым поступлениям к данным по объемам производства и от данных по секторам к данным по ВЭД. Оценка экономической сложности регионов по 24 ВЭД может быть полезна при решении задач управления, направленных на повышение экономической сложности региона.

Литература

1. Айвазян, С. А. Метод кластеризации регионов РФ с учетом отраслевой структуры ВРП / С. А. Айвазян, М. Ю. Афанасьев, А. В. Кудров // Прикладная эконометрика. – 2016. – № 1(41). – С. 24-46.

2. Афанасьев, М. Ю. Аппроксимация оценок экономической сложности при выборе приоритетных направлений диверсификации / М. Ю. Афанасьев, А. А. Гусев // Цифровая экономика. – 2022. – № 1(17). – С. 52–59. – DOI 10.34706/DE-2022-01-05.
3. Hartmann D. (2017). Linking economic complexity, institutions, and income inequality. *World Development*, 93, 75–93.
4. Hausmann R., Hwang J., Rodrik D. (2006). What you export matters. *Journal of Economic Growth*, 12 (1), 1–25.
5. Hausmann R., Klinger B. (2006). Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space. CID Working Paper No. 128.
6. Hausmann R., Rodrik D. (2003). Economic development as selfdiscovery. *Journal of Development Economics*, 72 (2), 603–633.
7. Hidalgo C. (2015). *Why information grows: The evolution of order, from atoms to economies*. New York: Penguin Press.
8. Hidalgo C.A., Hausmann R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (26), 10570–10575.
9. Sciarra C., Chiarotti G., Ridolfi L. et al. (2020). Reconciling contrasting views on economic complexity. *Nat Commun*, 11, 3352. DOI: 10.1038/s41467-020-16992-1.

References in Cyrillics

1. Ajvazjan, S. A. Metod klasterizatsii regionov RF s uchetom otraslevoj struktury VRP / S. A. Ajvazjan, M. Ju. Afanas'ev, A. V. Kudrov // *Prikladnaja `ekonometrika*. – 2016. – № 1(41). – S. 24-46.
2. Afanas'ev, M. Ju. Approksimatsija otsenok `ekonomicheskoy slozhnosti pri vybore prioritnykh napravlenij diversifikatsii / M. Ju. Afanas'ev, A. A. Gusev // *Tsifrovaja `ekonomika*. – 2022. – № 1(17). – S. 52-59. – DOI 10.34706/DE-2022-01-05.
3. Hartmann D. (2017). Linking economic complexity, institutions, and income inequality. *World Development*, 93, 75–93.
4. Hausmann R., Hwang J., Rodrik D. (2006). What you export matters. *Journal of Economic Growth*, 12 (1), 1–25.
5. Hausmann R., Klinger B. (2006). Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space. CID Working Paper No. 128.
6. Hausmann R., Rodrik D. (2003). Economic development as selfdiscovery. *Journal of Development Economics*, 72 (2), 603–633.
7. Hidalgo C. (2015). *Why information grows: The evolution of order, from atoms to economies*. New York: Penguin Press.
8. Hidalgo C.A., Hausmann R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (26), 10570–10575.
9. Sciarra C., Chiarotti G., Ridolfi L. et al. (2020). Reconciling contrasting views on economic complexity. *Nat Commun*, 11, 3352. DOI: 10.1038/s41467-020-16992-1.

*Афанасьев Михаил Юрьевич, д.э.н.,
заведующий лабораторией прикладной эконометрики ЦЭМИ РАН, Москва,
mi.afan@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6928-8821>
Гусев Алексей Александрович, ЦЭМИ РАН, Москва,
gusevalexeval@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0551-6001>*

Ключевые слова

Региональная экономика, эконометрика, экономическая сложность.

ABOUT ASSESSING THE ECONOMIC COMPLEXITY OF THE REGIONS

Mikhail Yu. AFANAS'EV, Aleksei A. GUSEV

Mikhail Yu. AFANAS'EV

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

mi.afan@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6928-8821> Corresponding author

Aleksei A. GUSEV

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

gusevalexeval@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0551-6001>

Keywords

Regional economy, econometrics, economic complexity.

DOI: 10.34706/DE-2023-01-01

JEL classification C02 – Математические методы; C53 – Методы прогнозирования и моделирования

Abstract

An approach to assessing the economic complexity of Russian regions by types of economic activity is proposed. The approach is based on the standard method of assessing economic complexity. The question of choosing the threshold value of the indicator of the identified comparative advantages is considered. Matrices describing the structures of regional economies for sectors and types of economic activity at different thresholds are constructed. Their structures correctly reflect the idea embedded in the economic complexity index. As a result of the correlation analysis, it is shown that at threshold 1, the index of economic complexity by sector and the index of economic complexity by type of economic activity are more resistant to changes in the threshold than at other threshold values. A comparative analysis of estimates of economic complexity for 82 sectors and 24 types of economic activity for 2019 was carried out. Assessment of the economic complexity of regions by types of economic activity can be useful in solving management tasks aimed at diversifying the regional economy and increasing its economic complexity.

Приложение**Таблица П1.** Оценки экономической сложности регионов по ВЭД и секторам

Структура таблицы по столбцам:

- (1) наименование региона;
- (2) число сильных ВЭД в регионе;
- (3) оценки экономической сложности регионов по ВЭД;
- (4) число сильных секторов в регионе (из работы [Афанасьев, Гусев, 2022]);
- (5) оценки экономической сложности регионов по секторам (из работы [Афанасьев, Гусев, 2022]).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Белгородская область	4	-0.00795	24	0.0670
Брянская область	11	0.04989	31	0.0402
Владимирская область	13	0.04643	37	0.0617
Воронежская область	12	0.05004	34	0.0285
Ивановская область	12	0.03532	28	0.0430
Калужская область	7	0.06103	29	0.0584
Костромская область	11	0.0253	33	0.0246
Курская область	10	0.0366	22	0.0618
Липецкая область	6	0.02831	36	0.0443
Московская область	17	0.03826	39	0.0266
Орловская область	12	0.04852	30	0.0561
Рязанская область	12	0.04535	16	0.0435
Смоленская область	11	0.0508	31	0.0455
Тамбовская область	11	0.06441	28	0.0419
Тверская область	13	0.04177	42	0.0335
Тульская область	9	0.04189	34	0.0514
Ярославская область	14	0.04206	25	0.0318
г. Москва	10	0.03332	24	-0.0386
Республика Карелия	8	-0.0277	26	0.0215
Республика Коми	8	-0.17566	14	-0.2957
Архангельская область	8	-0.15681	20	-0.0186
Вологодская область	5	0.01381	25	0.0413
Калининградская область	5	0.05247	15	0.0126
Ленинградская область	12	0.03752	14	0.0332
Мурманская область	9	-0.02193	17	-0.0367
Новгородская область	12	0.03768	32	0.0404
Псковская область	13	0.04384	35	0.0503
г. Санкт-Петербург	13	0.04498	23	-0.0031

Республика Адыгея	8	0.04157	22	-0.0160
Краснодарский край	9	-0.03585	27	0.0354
Астраханская область	4	-0.2764	9	-0.2532
Волгоградская область	8	0.03034	17	0.0274
Ростовская область	14	0.02063	33	0.0461
Республика Дагестан	11	0.04681	19	0.0198
Республика Ингушетия	9	-0.05716	15	-0.0168
Кабардино-Балкарская Республика	11	0.05357	17	0.0381
Карачаево-Черкесская Республика	12	0.02282	27	0.0202
Республика Северная Осетия – Алания	13	0.03022	14	-0.0029
Чеченская Республика	9	-0.04686	13	0.0186
Ставропольский край	12	0.04797	23	0.0527
Республика Башкортостан	7	-0.04997	17	-0.1003
Республика Марий Эл	9	0.05488	31	0.0325
Республика Мордовия	8	0.05437	20	0.0582
Республика Татарстан	5	-0.07789	13	-0.1025
Удмуртская Республика	8	-0.12676	15	-0.0780
Чувашская Республика	14	0.054	40	0.0383
Пермский край	7	-0.07007	20	-0.0983
Кировская область	14	0.0477	35	0.0473
Нижегородская область	12	0.04005	24	0.0330
Оренбургская область	6	-0.21304	6	-0.5249
Пензенская область	13	0.05418	26	0.0513
Самарская область	8	-0.0367	15	-0.1144
Саратовская область	15	0.04786	21	-0.0135
Ульяновская область	12	0.05662	25	0.0152
Курганская область	10	0.03317	26	0.0175
Свердловская область	13	0.00622	30	0.0229
Тюменская область	2	-0.58096	8	-0.3363
Челябинская область	7	-0.02482	35	0.0071
Республика Алтай	11	0.01246	30	-0.0352
Республика Тыва	7	-0.03444	25	-0.0047
Республика Хакасия	6	-0.08919	17	0.0044
Алтайский край	11	0.04551	22	0.0473
Красноярский край	5	-0.16893	33	-0.2383
Иркутская область	9	-0.15761	19	-0.1845
Кемеровская область	4	-0.09598	15	0.0080
Новосибирская область	13	0.0172	15	0.0295
Омская область	3	0.02255	20	-0.0104
Томская область	10	-0.10242	39	-0.3000
Республика Бурятия	13	-0.0243	17	-0.0295
Республика Саха (Якутия)	8	-0.19579	10	-0.3225
Забайкальский край	7	-0.06277	11	-0.0221
Камчатский край	9	-0.00123	23	-0.0039
Приморский край	14	-0.01156	26	-0.0307
Хабаровский край	11	-0.01456	21	-0.0896
Амурская область	8	-0.0408	17	-0.0358
Магаданская область	7	-0.02697	23	-0.0278
Сахалинская область	3	-0.47772	18	-0.1673
Еврейская автономная область	10	-0.00344	21	0.0240
Чукотский автономный округ	5	-0.09384	13	-0.0964

Таблица П2. Оценки экономической сложности ВЭД

Структура таблицы по столбцам:

- (1) наименование ВЭД (по возрастанию экономической сложности ВЭД);
- (2) число регионов, в которых ВЭД является сильным;
- (3) оценка экономической сложности ВЭД.

(1)	(2)	(3)
Д5	13	-0.643959
Д2	15	-0.617883
Д1	14	-0.294573
Д3	22	-0.165385
Д4	25	-0.073529
ОП8	21	-0.067646
ОП12	33	-0.053073
ОЭ3	52	-0.019888
ОП3	31	-0.013296
В4	30	-0.001626
ОЭ1	43	0.01941
ОП4	27	0.02714
ОЭ2	48	0.02902
ОП5	14	0.02962
В2	43	0.03215
В1	52	0.03792
ОП6	24	0.06375
ОП10	30	0.07254
В3	37	0.08353
ОП11	31	0.08514
ОП7	38	0.08907
ОП9	35	0.10366
ОП1	41	0.10943
ОП2	33	0.12856