

ВЛОЖЕННОСТЬ СТРУКТУР СИЛЬНЫХ СЕКТОРОВ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СЛОЖНОСТЬ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИК*

Афанасьев М.Ю., Кудров А.В.

Представлен анализ элементов матрицы, по которой оценивается экономическая сложность. В отличие от традиционного подхода, в котором концепция экономической сложности применяется по отношению к странам и экспортируемым ими продуктам, акцент делается на исследование регионов и секторов экономики. Для них показана вероятностная интерпретация и приведены свойства, на основании которых определяются агрегированные показатели, характеризующие вложенность структур сильных секторов региональных экономик. Показатели вложенности характеризуются высокой степенью взаимосвязи с экономической сложностью.

DOI: 10.20537/mce2021econ01

Введение. Сравнительно недавно разработана процедура, которая позволяет измерять экономическую сложность национальных экономик и экспортируемых ими продуктов [1–4]. Оценки экономической сложности для регионов РФ по методологии [4] представлены в работе [5] и вычислены с использованием данных о структуре экспорта регионов. Рекомендации, формируемые на основании экспортных данных, ориентированы на развитие цепочек добавленной стоимости для экспорта. В качестве альтернативных данных могут быть использованы данные о налоговых поступлениях по секторам экономики [6]. Использование этих данных дает возможность получить рекомендации для развития производственных цепочек, ориентированных на внутренний рынок.

Далее представлена вероятностная интерпретация элементов матрицы, по которой оценивается экономическая сложность, из работы [7]. При-

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект РФФИ 20-010-00223).

ведены их свойства, на основании которых введены агрегированные показатели, характеризующие вложенность структур сильных секторов региональных экономик. Вложенные структуры экономик отвечают разной степени развитости общих цепочек добавленной стоимости и смежных секторов. Агрегированные показатели вложенности являются статистически значимыми объясняющими переменными для экономической сложности. Кроме того, представлена интерпретация агрегированных показателей вложенности в контексте экономического базиса, введенного в работе [8].

1. Экономическая сложность и показатели вложенности.

Структура сильных секторов. Для описания структуры сильных секторов экономики используются региональные данные об объемах производства в достаточно широкой номенклатуре секторов. Для начала определим показатель RCA_{cp} выявленных сравнительных преимуществ:

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

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

Показатель RCA_{cp} представляет собой отношение доли производства от сектора p в общем объеме производства от всех секторов экономики региона c к доле производства сектора p по всем регионам в объеме производства от всех секторов экономики всех регионов. В соответствии с работой [9], 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 сектора p . В противном случае считается, что выявленных сравнительных преимуществ не существует. Более формально:

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

Матрица $(a_{c,p})$ содержит данные о секторах экономики, которые в разных регионах развиты на уровне выявленных сравнительных пре-

имущества, определенных при помощи выражения (1). Строки этой матрицы соответствуют регионам, столбцы — секторам экономики. Далее будем называть вектор $(a_{c,p_1}, \dots, a_{c,p_m})$ *структурой сильных секторов* экономики региона c .

Заметим, что для любого c существует p , для которого $RCA_{cp} > 1$. Для того, чтобы показать это, предположим обратное: существует такое \tilde{c} , что для любых p выполняется $RCA_{\tilde{c}p} > 1$. Тогда для любого p выполня-

ется неравенство: $\frac{y_{cp}}{\sum_p y_{cp}} < \frac{\sum_c y_{cp}}{\sum_{c,p} y_{cp}}$. Просуммируем по всем p :

$$\frac{\sum_p y_{cp}}{\sum_p y_{cp}} < \frac{\sum_{c,p} y_{cp}}{\sum_{c,p} y_{cp}} = 1 \text{ и получим противоречие.}$$

Двухслойный граф для структур сильных секторов. Определим двухслойный граф $G(X, Y, E)$, где X — множество узлов первого слоя, которые соответствуют регионам, Y — множество узлов второго слоя, которые соответствуют секторам экономики, а E — ребра между узлами (сильные сектора в регионе). Пусть n — суммарное число рассматриваемых регионов, а m — число секторов, $X = \{c_1, \dots, c_n\}$, $Y = \{p_1, \dots, p_m\}$. Для графа $G(X, Y, E)$ узлы одного слоя не имеют соединяющих ребер. Ребрами соединяются только пара узлов из разных слоев. Наличие или отсутствие ребра между узлами c и p , где $c \in X, p \in Y$, определяется элементами матрицы $(a_{c,p})$. Если $a_{c,p} = 1$, то на графе имеется ребро между узлом c и p . В противном случае ребро отсутствует.

Экономическая сложность. Понятие экономической сложности региона рассматривается как характеристика, отражающая уровень его технологического развития, который, в свою очередь, определяется сильными секторами в структуре его экономики. Аналогично, экономическая сложность сектора зависит от уровня технологического развития тех регионов, в которых этот сектор присутствует в структуре в качестве сильного. Дадим более формальное определение экономиче-

ской сложности, соответствующее процедуре ее вычисления, представленной в работе [7].

Определение (*экономическая сложность*). Экономическая сложность региона (ECI_c) или сектора (ECI_p) является латентной характеристикой, которой обладает следующими свойствами:

- а) экономическая сложность региона пропорциональна среднему уровню экономической сложности сильных секторов в структуре его экономики, а именно:

$$ECI_c = a_1 \sum_p r_{c,p} ECI_p, \text{ где } r_{c,p} = \frac{a_{c,p}}{k_{c,0}}, k_{c,0} = \sum_p a_{c,p},$$

где a_1 — положительная константа (заметим, что $k_{c,0}$ не могут быть равны нулю, поскольку для любого c существует p , для которого $a_{c,p} = 1$);

- б) экономическая сложность сектора пропорциональна среднему уровню экономической сложности регионов, в структуре экономики которых этот сектор является сильным:

$$ECI_p = a_2 \sum_c r_{p,c}^* ECI_c, \text{ где } r_{p,c}^* = \frac{a_{c,p}}{k_{p,0}}, k_{p,0} = \sum_c a_{c,p},$$

где a_2 — положительная константа.

Далее показатель $k_{c,0}$, который определяется равным числом сильных секторов, будем называть *диверсификацией экономики* региона c .

Введем некоторые дополнительные обозначения:

$c = (ECI_{c_1}, ECI_{c_2}, \dots)^T$ — вектор-столбец значений экономической сложности для регионов;

$p = (ECI_{p_1}, ECI_{p_2}, \dots)^T$ — вектор-столбец значений экономической сложности для секторов;

$\mathbf{R}_1 = (r_{c,p})$, $\mathbf{R}_2 = (r_{p,c}^*)$ — матрицы весов.

Запишем свойства а) и б) в матричном виде:

$$c = a_1 \mathbf{R}_1 p,$$

$$p = a_2 \mathbf{R}_2 c.$$

Откуда следует, что:

$$c = a_1 a_2 \mathbf{R}_1 \mathbf{R}_2 c,$$

$$p = a_1 a_2 \mathbf{R}_2 \mathbf{R}_1 p.$$

Таким образом, экономическая сложность региона определяется как собственный вектор матрицы $\mathbf{R}_1\mathbf{R}_2$, а экономическая сложность сектора — собственный вектор матрицы $\mathbf{R}_2\mathbf{R}_1$. Заметим, что элемент на пересечении i -ой строки и j -го столбца матрицы $\mathbf{R}_1\mathbf{R}_2$, то есть $(\mathbf{R}_1\mathbf{R}_2)_{ij}$, дается формулой:

$$\frac{1}{k_{c_i,0}} \sum_{i=1}^m \frac{a_{c_i,p_i} a_{c_j,p_i}}{k_{p_i,0}}.$$

В работе [2] в качестве значений оценок экономической сложности предлагается использовать стандартизированную вторую главную компоненту матриц $\mathbf{R}_1\mathbf{R}_2$ и $\mathbf{R}_2\mathbf{R}_1$. Следует отметить, что координаты первой главной компоненты для этих матриц состоят из одинаковых значений, поскольку они являются стохастическими [10]. Также напомним, что если \mathbf{x} является собственным вектором для матрицы \mathbf{A} , отвечающим собственному значению λ , то вектор $r\mathbf{x}$, где r — любое ненулевое действительное число, также является собственным вектором матрицы \mathbf{A} , отвечающим такому же собственному значению λ . Более подробное описание процедуры вычисления оценок экономической сложности приведено, например, в работе [6].

Интерпретация элементов матрицы $\mathbf{R}_1\mathbf{R}_2$ и их свойства. Пусть U_c — случайная величина, соответствующая региону c , принимает значения из множества $\{i : a_{c,p_i} = 1\}$ с равными вероятностями, то есть:

$$P(U_c = r) = \frac{1}{k_{c,0}}, \text{ где } r \in \{i : a_{c,p_i} = 1\}, \text{ а } k_{c,0} = \sum_{j=1}^m a_{c,p_j}.$$

Также предположим, что V_p — случайная величина, соответствующая сектору p , принимает значения из множества $\{i : m_{c_i,p} = 1\}$ с равными вероятностями, то есть:

$$P(V_p = r) = \frac{1}{k_{p,0}}, \text{ где } r \in \{i : a_{c_i,p} = 1\}, \text{ а } k_{p,0} = \sum_{j=1}^n a_{c_j,p}.$$

Случайные величины U_c и V_p предполагаются независимыми.

Вычислим вероятность

$$w_{i,j} = P(\text{на графе } G(X, Y, E) \text{ существует путь из } c_i \text{ в } c_j) =$$

$$= \sum_{t=1}^m P(U_{c_i} = t, V_{p_t} = j) = \sum_{t=1}^m \frac{a_{c_i, p_t} a_{c_j, p_t}}{k_{c_i, 0} k_{p_t, 0}} = \frac{1}{k_{c_i, 0}} \sum_{t=1}^m \frac{a_{c_i, p_t} a_{c_j, p_t}}{k_{p_t, 0}}.$$

Таким образом, матрица $(w_{i,j})$ совпадает с матрицей $\mathbf{R}_1 \mathbf{R}_2$, по которой, в свою очередь, оценивается экономическая сложность регионов.

Отметим некоторые свойства вероятностей $(w_{i,j})$:

1. Для каждого $i \in \{1, \dots, m\}$ сумма вероятностей $w_{i,1}, \dots, w_{i,m}$ равна единице:

$$\sum_{t=1}^m w_{i,t} = 1.$$

2. Если в регионе c_i существует хотя бы один сильный сектор, то $w_{i,i} > 0$. Справедливость этого утверждения легко показать, поскольку:

$$w_{i,i} = \frac{1}{k_{c_i, 0}} \sum_{t=1}^m \frac{a_{c_i, p_t}}{k_{p_t, 0}} \geq 0,$$

а нулевое значение достигается только тогда, когда $a_{c_i, p_t} = 0, t = 1, \dots, m$, но таких случаев в наших данных нет.

3. Элементы $w_{i,j}$ равны нулю тогда и только тогда, когда выполняется условие:

$$\{t: a_{c_i, p_t} = 1\} \cap \{t: a_{c_j, p_t} = 1\} = \emptyset.$$

Выполнение этого условия означает отсутствие общих сильных секторов в структурах экономики регионов c_i и c_j .

4. В каждой строке матрицы $(w_{i,j})$ максимальный элемент отвечает диагональному элементу, то есть $w_{i,i} = \max_{j \in \{1, \dots, m\}} (w_{i,j})$. Покажем это. В силу справедливости:

$$w_{i,j} = \frac{1}{k_{c_i, 0}} \sum_{t=1}^m \frac{a_{c_i, p_t} a_{c_j, p_t}}{k_{p_t, 0}} \leq \frac{1}{k_{c_i, 0}} \sum_{t=1}^m \frac{a_{c_i, p_t}}{k_{p_t, 0}} = \frac{1}{k_{c_i, 0}} \sum_{t=1}^m \frac{a_{c_i, p_t} a_{c_i, p_t}}{k_{p_t, 0}}$$

получаем, что $w_{i,j} \leq w_{i,i}$. Причем равенство в последнем неравенстве достигается только тогда, когда выполняется следующее условие:

$\{t : a_{c_i, p_i} = 1\} \subseteq \{t : a_{c_j, p_i} = 1\}$. Выполнение этого условия означает то, что все сильные сектора структуры экономики региона c_i также являются сильными секторами в структуре региона c_j . Если это условие не выполняется, то имеем строгое неравенство: $\frac{w_{i,j}}{w_{i,i}} < 1$.

5. Величина $w_{i,j}$ монотонно возрастает с ростом числа элементов множества: $\{t : a_{c_i, p_i} = 1\} \cap \{t : a_{c_j, p_i} = 1\}$.

6. Асимметричность матрицы $(w_{i,j})$. Легко показать, что $w_{j,i} = \frac{k_{c_i,0}}{k_{c_j,0}} w_{i,j}$.

Если уровень диверсификации региона c_i совпадает с уровнем диверсификацией региона c_j , тогда $w_{j,i} = w_{i,j}$; если диверсификация региона c_i больше (меньше) диверсификации региона c_j , тогда $w_{j,i} > w_{i,j}$ ($w_{j,i} < w_{i,j}$). Таким образом, различные уровни диверсификации регионов гарантируют асимметричность матрицы $(w_{i,j})$.

Из свойств (1-6) следует, что отношение $\frac{w_{i,j}}{w_{i,i}}$ можно интерпретировать как характеристику *степени вложенности* множества сильных секторов региона c_i в множество сильных секторов для региона c_j . Чем ниже это отношение, тем меньше сильных секторов региона c_i входят в множество $\{t : a_{c_j, p_i} = 1\}$ сильных секторов региона c_j .

Агрегированный показатель

$$I_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \left(\frac{w_{i,j}}{w_{i,i}} \right)^2, i = 1, \dots, n,$$

характеризует степень вложенности структуры сильных секторов региона c_i в структуры сильных секторов других регионов. Назовем этот показатель *агрегированной вложенностью структуры* экономики региона. Минимальное значение $I_i^{(1)}$, которое равняется единице, возникает в условиях, когда структура сильных секторов региона c_i состоит из уникальных j секторов, для которых $w_{i,j} = 0$ для всех $i \neq j$. Близкое к единице

значение I_j^1 возникает тогда, когда распределение $w_{i,j}$ мало отличается от равномерного распределения.

Показатель

$$I_j^{(2)} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{w_{i,j}}{w_{i,j}} \right)^2, j = 1, \dots, n$$

характеризует степень вложенности в структуру сложных секторов региона c_j . Назовем этот показатель *агрегированной вложенностью в структуру* региона. При увеличении числа сложных секторов региона c_j величина $I_j^{(2)}$ не убывает. Минимальное значение I_j^2 , равное единице, возникает в условиях, когда структура сложных секторов для региона c_j состоит из уникальных секторов, то есть когда $w_{i,j} = 0$ для всех $i \neq j$.

Для вычисления матрицы $A = (a_{c,p})$, которая используется при вычислении показателей вложенности, использованы данные по налоговым поступлениям по 82 секторам для всех субъектов РФ [11].

2. Связь показателей агрегированной вложенности с экономическим базисом. В работе [8] был представлено понятие *экономического базиса*, компоненты которого являются характеристиками дифференциации, формируемыми с помощью теоретически обоснованных моделей регионального развития. Положение региона в базисе характеристик дифференциации определяет его экономическое своеобразие. Более подробное описание см. в работе [8]. Рассмотрим регрессию логарифма показателя степени вложенности структуры экономики на компоненты экономического базиса.

Таблица 1. Регрессия логарифма показателя вложенности структуры экономики на показатели экономического базиса.

	Оценка	Стандартное отклонение	t-статистика	p-значение
Константа	2.19	0.04	59.52	0.00
Размер экономики	-0.18	0.04	-4.51	0.00
Техническая эффективность	-0.07	0.04	-1.67	0.10
Индекс отраслевой специализации	-0.18	0.04	-4.65	0.00
Индекс индустриализации	-0.05	0.04	-1.36	0.18
Прирост технической эффективности	0.04	0.04	1.08	0.29
R-квадрат	0.43			
Скор.R-квадрат	0.40			

Таблица 2. Регрессия логарифма показателя вложенности в структуру экономики на компоненты экономического базиса.

	Оценка	Стандартное отклонение	t-статистика	p-значение
Константа	2.13	0.05	42.47	0.00
Размер экономики	-0.03	0.05	-0.54	0.59
Техническая эффективность	0.01	0.04	0.24	0.81
Индекс отраслевой специализации	-0.32	0.05	-5.97	0.00
Индекс индустриализации	0.04	0.06	0.69	0.50
Прирост технической эффективности	0.06	0.05	1.23	0.22
R-квадрат	0.35			
Скор.R-квадрат	0.31			

Оценки параметров регрессии логарифма $I_i^{(1)}$ на экономический базис позволяют увидеть, что малая степень вложенности структуры экономики региона характерна для экономик большого размера со специализацией в добывающей промышленности. Отрицательный знак при индексе отраслевой специализации указывает на отсутствие в регионах со специализацией в добывающей промышленности локализованных в этих регионах цепочек из секторов, формирующих добавленную стоимость из извлекаемого сырья. Большая степень вложенности характерна для малых экономик со специализацией в обрабатывающей промышленности. Таким образом, для регионов со специализацией в обрабатывающей промышленности характерно формирование локализованных в этих регионах цепочек добавленной стоимости.

Результаты оценки параметров регрессии логарифма $I_i^{(2)}$ на экономический базис показывают, что значимой объясняющей переменной является только индекс отраслевой специализации. Высокая степень вложенности в структуру экономики региона характерна для экономик со специализацией в обрабатывающей промышленности, а низкая степень вложенности в структуру - для экономик со специализацией в добывающей промышленности. Что также указывает на формирование локализованных цепочек формирования добавленной стоимости в регионах со специализацией в обрабатывающей промышленности.

3. Связь экономической сложности с показателями агрегированной вложенности. Как было указано выше, уровень оценки экономической сложности региона определяется сильными секторами в структуре его экономики. В работах [5,6] представлены оценки экономической сложности для регионов РФ, для вычисления которых использовались разные данные.

В работе [6] использовались данные о налоговых поступлениях по 82 секторам экономики для регионов РФ. В таблице 3 представлены оценки параметров регрессии экономической сложности регионов РФ, полученной в работе [6], на логарифм агрегированной вложенности структуры сильных секторов экономики и логарифм агрегированного вложения в структуру.

Таблица 3. Регрессия для экономической сложности регионов.

	Оценка	Стандартное отклонение	t-статистика	p-значение
Константа	-4.18	0.45	-9.22	0.00
Log(Агрегированная вложенность структуры)	0.96	0.19	5.14	0.00
Log(Агрегированная вложенность в структуру)	0.97	0.15	6.65	0.00
R-квадрат	0.55			
Скор.R-квадрат	0.54			

Как видно из результатов, высокий уровень экономической сложности соответствует высокому уровню показателя вложенности структуры экономики одновременно с высоким уровнем показателя вложенности в структуру. Тогда как низкий уровень экономической сложности соответствует низкому уровню показателя вложенности структуры экономики одновременно с низким уровнем показателя вложенности в структуру. Таким образом, показатель экономической сложности можно интерпретировать в качестве измерителя уровня развитости технологических цепочек или цепочек добавленной стоимости.

Для российских регионов получены оценки экономической сложности, для которых были использованы другие региональные данные. А именно, данные по экспорту регионов РФ. В работе [5], с использованием которых вычислены две оценки экономической сложности регионов РФ: 1. оценка экономической сложности, полученная по данным о структуре экспорта регионов РФ; 2. оценка экономической сложности, полученная по данным о структуре экспорта регионов РФ и странам мира.

В таблицах 4 и 5 показаны результаты построения регрессии этих оценок экономической сложности на логарифмы показателей агрегированной вложенности структуры сильных секторов региона и агрегированной вложенности в структуру сильных секторов региона (данные по оценкам экономической сложности взяты из работы [5]).

Таблица 4. Регрессия для экономической сложности регионов по данным со странами.

<i>Экономическая сложность (по данным со странами)</i>	Оценка	Стандартное отклонение	t-статистика	p-значение
Константа	0.15	0.25	0.61	0.54
Log(Агрегированная вложенность структуры)	-0.19	0.10	-1.87	0.06
Log(Агрегированная вложенности в структуру)	0.31	0.08	3.92	0.00
R-квадрат	0.17			
Скор.R-квадрат	0.15			

Таблица 5. Регрессия для экономической сложности регионов по данным без стран.

<i>Экономическая сложность (по данным без стран)</i>	Оценка	Стандартное отклонение	t-статистика	p-значение
Константа	-1.03	0.67	-1.55	0.13
Log(Агрегированная вложенность структуры)	0.06	0.27	0.22	0.82
Log(Агрегированная вложенности в структуру)	0.42	0.21	1.95	0.06
R-квадрат	0.05			
Скор.R-квадрат	0.03			

Регрессия для экономической сложности по данным со странами отвечает значительно большему значению R-квадрат, чем регрессия для экономической сложности по данным без стран. Как представляется, объяснением этому может служить то, что экспортные товары скорее встроены в международные цепочки формирования добавленной стоимости. Поэтому если мы ограничиваемся только экспортными данными по регионам, то, в силу отсутствия для экспортных товаров длинных цепочек формирования добавленной стоимости на локальном российском уровне, оценка экономической сложности не отражает технологических связей между товарами российского экспорта. На это указывает отсут-

ствие сильно значимой связи с показателями вложенности. Напротив, если мы подключаем к имеющимся данным по структуре экспорта регионов РФ информацию по структуре экспорта стран мира и оцениваем экономическую сложность по ним, то такая оценка уже отражает технологические цепочки формирования добавленной стоимости на международном уровне и позволяет количественно оценивать место регионов РФ в них. В результате, как видно из таблицы 4, для этого показателя имеется значимая связь с показателем вложенности в структуру.

Для экономической сложности из работы [6] используются данные, которые позволяют отражать формирование цепочек добавленной стоимости, ориентированных на внутренний рынок. И такая экономическая сложность отвечает регрессии с наибольшим значением R-квадрат. При этом следует также отметить, что производственные цепочки добавленной стоимости могут формироваться не только внутри регионов, но и на межрегиональном уровне. Оценка экономической сложности пока не учитывает такую возможность.

Выводы. Показана вероятностная интерпретация элементов матрицы, по которой оценивается экономическая сложность, из работы [7]. Приведены их свойства, на основании которых введены агрегированные показатели, характеризующие вложенность структур сильных секторов региональных экономик и хорошо объясняющие экономическую сложность. Экономическая сложность оказывается выше в тех регионах, которые имеют большие значения показателей вложенности. С другой стороны, показатели вложенности оказываются статистически значимо связанными с некоторыми компонентами экономического базиса, представленного в работе [8]. Наиболее сильная связь проявляется с индексом отраслевой специализации, которая указывает на то, что большие значения показателей вложенности отвечают регионам со специализацией в обрабатывающей промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Hartmann D.* Linking Economic Complexity, Institutions, and Income Inequality // *World Development*. 2017. Vol. 93, pp. 75–93.
2. *Hausmann R., Rodrik D.* Economic development as selfdiscovery // *Journal of Development Economics*. 2003. Vol.72(2). Pp.603–633.

3. *Hausmann R., Hwang J., Rodrik D.* What you export matters // *Journal of Economic Growth*. 2006. 12(1). Pp.1–25.
4. *Hidalgo C. A., Hausmann R.* The building blocks of economic complexity // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009. 106(26), 10570–10575.
5. *Любимов И., Гвоздева М., Казакова М., Нестерова К.* Сложность экономики и возможность диверсификации экспорта в российских регионах // *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2017. №2 (34), с. 94–122.
6. *Afanasiev M.Yu., Kudrov A.V.* Estimates of Economic Complexity in the Structure of the Regional Economy // *Montenegrin Journal of Economics*. 2020. Vol. 16, No. 4, 43-54. DOI: 10.14254/1800-5845/2020.16-4.4
7. *Hausmann R., Hidalgo C., Bustos S., Coscia M., Simoes A., Yildirim M.A.* The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity// Cambridge: Center for International Development, Harvard University, MIT. 2011.
8. *Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Кудров А.В.* Индикаторы экономического развития в базе характеристик региональной дифференциации // *Прикладная эконометрика*, 2018. Т.50, № 2. С. 4–22.
9. *Hausmann R., Klinger B.* Structural Transformation and Patterns of Comparative Advantage in the Product Space // *CID Working Paper*. 2006. No. 128.
10. *Kemp-Benedict E.* An interpretation and critique of the method of reflections. MPRA. 2014. Paper No. 60705. URL: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/60705/1/MPRA_paper_60705.pdf.
11. Отчет по форме 1-НОМ по состоянию на 01.01.2020. URL: https://www.nalog.ru/m77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/8826515/

EMBEDDING OF STRONG SECTORS STRUCTURES AND THE ECONOMIC COMPLEXITY OF REGIONAL ECONOMIES

Afanasiev M. Yu., Kudrov A. V.

The analysis of the elements of the matrix, which is used to assess the economic complexity, is presented. In contrast to the traditional approach, in which the concept of economic complexity is applied to countries and the products they export, the emphasis is on the study of regions and sectors of the economy. For them, the probabilistic interpretation is shown and the properties are given, on the basis of which aggregated indicators are determined that characterize the embedding of the structures of strong sectors of regional economies. Embedding indicators are characterized by a high degree of correlation with economic complexity.