

1.5. АППРОКСИМАЦИЯ ОЦЕНОК ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ ПРИ ВЫБОРЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ДИВЕРСИФИКАЦИИ

Афанасьев М. Ю., д.э.н., ЦЭМИ РАН, Москва
Гусев А. А., ЦЭМИ РАН, Москва

Предложен подход к формированию рекомендаций по развитию секторов с целью диверсификации региональной экономики, ориентированный на повышение ее экономической сложности. Подход основан на стандартном методе оценки экономической сложности в сочетании с возможностями аппроксимации. Приближенная оценка изменения экономической сложности региона при появлении нового сектора линейно зависит от разности оценки экономической сложности этого сектора и средней оценки экономической сложности всех сильных секторов региона. Апробация подхода подтвердила возможность выявления для каждого региона совокупности секторов экономики, развитие каждого из которых до уровня сильного приводит к повышению экономической сложности региона. Возможности аппроксимации оценок экономической сложности региона проверены на данных 2019г. для 13 секторов экономики Белгородской области. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена истинных оценок экономической сложности и оценок аппроксимации равен 1. Чем выше экономическая сложность сектора, тем выше экономическая сложность региона, в котором этот сектор становится сильным. Выявлено 4 сектора, развитие каждого из которых до уровня сильного приводит к увеличению экономической сложности этого региона. Полученные результаты могут быть использованы при решении задач управления, направленных на повышение экономической сложности региональных экономик.

Введение

Теория диверсификации и эмпирические оценки представлены в работах (Blien, Wolf, 2006; Fuchs, 2011; Illy, Schwartz et al., 2011). Согласно этой теории, компании выигрывают от того, что сталкиваются с неоднородной средой, состоящей из различных отраслей, поскольку новые идеи приходят из внешней среды. Диверсификация, определяемая как расширение структуры экономики, является важной целью во всех странах и представлена как один из важнейших приоритетов экономического развития. Использование потенциала диверсификации лежит в основе недавно объявленной стратегии Европейского Союза по содействию экономическому развитию, росту европейских регионов и новой промышленной политике (European Commission, 2011; McCann, Ortega-Argiles, 2015).

Далее представлен подход к диверсификации региональной экономики, ориентированный на повышение ее экономической сложности. Страны и регионы, экспортирующие сложные товары, обычно имеют более высокий уровень душевого материального благосостояния, чем страны и регионы, экспортирующие простые товары. Сравнительно недавно была разработана процедура, которая при использовании данных о структуре экспорта позволяет *измерять экономическую сложность* (Hartmann, 2017; Hausmann, Rodrik 2003; Hausmann, Hwang, Rodrik, 2006; Hidalgo, Hausmann, 2009). На региональном уровне диверсификация может быть связана с появлением новых секторов экономики. При этом в качестве приоритетных направлений диверсификации можно рассматривать такие сектора, развитие которых способствует повышению экономической сложности региона. Далее акцент делается на исследовании экономики регионов РФ на основе данных о налоговых поступлениях по секторам экономики, что позволяет характеризовать структуры региональных экономик, включающие сектора, ориентированные как на внешний, так и на внутренний рынки. Показана возможность аппроксимации оценки экономической сложности региона после появления в нем нового развитого сектора.

Методология

Описание структуры региональной экономики. Для описания структуры региональной экономики использованы данные об объемах производства в достаточно широкой номенклатуре секторов. 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 сектора p экономики региона c ; RCA_{cp} — 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 (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 сектора 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 секторах экономики, которые в разных регионах развиты на уровне выявленных сравнительных преимуществ, определенных при помощи выражения (1). Строки этой матрицы соответствуют регионам, столбцы — секторам экономики. Вектор $(a_{c,p_1}, \dots, a_{c,p_m})$ будем называть *структурой сильных секторов* экономики региона c .

Экономическая сложность. Понятие «*экономическая сложность региона*» рассматривается как характеристика, отражающая уровень его технологического развития, который 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. Экономическая сложность является латентной характеристикой региона ECI_c или сектора ECI_p . Оценки экономической сложности обладают следующими свойствами: экономическая сложность региона пропорциональна среднему уровню экономической сложности сильных секторов в структуре его экономики:

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

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

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

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

где a_2 — положительная константа. Показатель $k_{c,0}$, равный числу сильных секторов в регионе c , будем называть *диверсификацией структуры экономики* региона c . Пусть $c = (ECI_{c_1}, ECI_{c_2}, \dots)^T$ — вектор-столбец значений экономической сложности для регионов; $p = (ECI_{p_1}, ECI_{p_2}, \dots)^T$ — вектор-столбец значений экономической сложности для секторов; $R_1 = (r_{c,p})$, $R_2 = (r_{p,c}^*)$ — матрицы весов. Из соотношений (2) и (3) следует, что $c = a_1 a_2 R_1 R_2 c$, $p = a_1 a_2 R_2 R_1 p$. Таким образом, экономическая сложность региона определяется как собственный вектор матрицы $R_1 R_2$, а экономическая сложность сектора — собственный вектор матрицы $R_2 R_1$. Матрицы $R_1 R_2$ и $R_2 R_1$ являются стохастическими: их элементы неотрицательны, а их сумма по строкам равна 1. В силу стохастичности матрица $R_1 R_2$ 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 секторов предлагается использовать значения собственного вектора матриц $R_1 R_2$, которые соответствуют второму максимальному собственному значению.

Возможности аппроксимации. Рассмотрим возможности диверсификации экономики региона c^* . Они связаны с появлением нового сильного сектора p^* . Приоритетным можно считать появление такого нового сильного сектора, которое приводит к повышению экономической сложности региона. Для того чтобы оценить изменение экономической сложности региона, в матрице $A = (a_{c,p})$ значение элемента (a_{c^*,p^*}) можно изменить с 0 (ранее сектор p^* не был сильным в регионе c^*) на 1 и рассчитать собственный вектор новой матрицы $R_1 R_2$ в соответствии со стандартным подходом.

Альтернативным вариантом является аппроксимация $\Delta ECI_{c^*}(p^*)$ изменения оценки экономической сложности региона c^* на основе оценок экономической сложности сектора p^* и сильных секторов экономики региона c^* . Предполагается, что других изменений в структуре региональных экономик не происходит. При появлении одного нового сильного сектора в экономике конкретного региона изменяются оценки экономической сложности всех регионов, всех секторов и константа a_1 . Обозначим через $\Delta ECI_c(c^*, p^*)$ изменение экономической сложности региона c , а через $\Delta ECI_p(c^*, p^*)$ — изменение экономической сложности сектора p . Предположим, что изменение a_1 мало по сравнению с $\frac{a_1}{\max_c k_{c,0}}$. Тогда

$$\Delta ECI_{c^*}(c^*, p^*) \approx \frac{a_1}{k_{c^*,0}+1} (ECI_{p^*} - \sum_{p \neq p^*} r_{c^*,p} ECI_p + \sum_p a_{c^*,p} \Delta ECI_p(c^*, p^*)),$$

$$\Delta ECI_c(c^*, p^*) \approx \frac{a_1}{k_{c,0}} (\sum_p a_{c,p} \Delta ECI_p(c^*, p^*)), \quad \text{где } k_{c,0} = \sum_p a_{c,p}; \quad r_{c,p} = \frac{a_{c,p}}{k_{c,0}}.$$

Предположим также, что для любой пары (c^*, p^*) величина $\sum_p a_{c^*,p} \Delta ECI_p(c^*, p^*)$ является малой по сравнению величиной $ECI_{p^*} - \sum_{p \neq p^*} r_{c^*,p} ECI_p$. Тогда

$$\Delta ECI_{c^*}(c^*, p^*) \approx \frac{a_1}{k_{c^*,0}+1} (ECI_{p^*} - \sum_{p \neq p^*} r_{c^*,p} ECI_p).$$

$$\text{В таком случае выполнение неравенства } ECI_{p^*} > \sum_{p \neq p^*} r_{c^*,p} ECI_p$$

можно рассматривать в качестве условия повышения экономической сложности региона c^* в случае появления в его экономике нового региона p^* в качестве сильного. Это условие означает, что экономическая сложность сектора p^* должна быть выше, чем в среднем экономическая сложность всех сильных секторов в экономике региона c^* . Если повышение экономической сложности является одним из приоритетов развития региональных экономик, то величина

$$\Delta_{p^*}(c^*) = ECI_{p^*} - \sum_{p \neq p^*} r_{c^*,p} ECI_p \quad (4)$$

может рассматриваться в качестве критерия выбора сектора, для развития до уровня сильного в регионе c^* . Заметим, что второе слагаемое в правой части формулы (4) не зависит от p^* . Предпочтение может отдаваться сектору, который имеет потенциал развития в регионе c^* и относительно высоко

кую оценку экономической сложности. В случае выполнения сделанных выше предположений, величина

$$ECI_{c^*} + \frac{a_1 \Delta_{p^*}(c^*)}{k_{c^*,0} + 1} \quad (5)$$

является оценкой экономической сложности региона c^* после появления в нем нового сильного сектора p^* . Для других регионов можно полагать $\Delta ECI_c(c^*, p^*) = 0$.

Предположим, что изменение a_2 мало по сравнению с $\frac{a_2}{\max_p k_{p,0}}$.

Из формулы (3) следует:

$$\Delta ECI_{p^*}(c^*, p^*) \approx \frac{a_2}{k_{p^*,0} + 1} (ECI_{c^*} - \sum_{c \neq c^*} r_{p^*,c}^* ECI_c + \sum_c a_{c,p^*} \Delta ECI_c(c^*, p^*)),$$

$$\Delta ECI_p(c^*, p^*) \approx \frac{a_2}{k_{p,0}} (\sum_c a_{c,p} \Delta ECI_c(c^*, p^*)), \text{ где } k_{p,0} = \sum_c a_{c,p}; \quad r_{p,c}^* = \frac{a_{c,p}}{k_{p,0}}.$$

Предположим, что для любой пары (c^*, p^*) величина $\sum_c a_{c,p^*} \Delta ECI_c(c^*, p^*)$ является малой по сравнению величиной $ECI_{c^*} - \sum_{c \neq c^*} r_{p^*,c}^* ECI_c$. Тогда

$$\Delta ECI_{p^*}(c^*, p^*) \approx \frac{a_2}{k_{p^*,0} + 1} (ECI_{c^*} - \sum_{c \neq c^*} r_{p^*,c}^* ECI_c).$$

Выполнение неравенства $ECI_{c^*} > \sum_{c \neq c^*} r_{p^*,c}^* ECI_c$

можно рассматривать как условие повышения экономической сложности сектора p^* в случае появления его в регионе c^* в качестве сильного. Это условие означает, что до появления нового сильного сектора экономическая сложность региона c^* должна быть выше, чем в среднем экономическая сложность всех регионов, в экономике которых сектор p^* является сильным. Соответственно, величина

$$\Delta_{c^*}(p^*) = ECI_{c^*} - \sum_{c \neq c^*} r_{p^*,c}^* ECI_c$$

может рассматриваться в качестве критерия выбора региона для развития сектора p^* до уровня сильного. Предпочтение может отдаваться региону, который обеспечивает потенциал для развития сектора p^* и имеет достаточно высокое положительное значение экономической сложности. В случае выполнения сделанных выше предположений, величина

$$ECI_{p^*} + \frac{a_2 \Delta_{c^*}(p^*)}{k_{p^*,0} + 1}$$

является оценкой экономической сложности сектора p^* после появления его в качестве сильного в регионе c^* .

Результаты

Матрица $A = (a_{c,p})$, содержащая данные о сильных секторах экономики, построена на основе данных о налоговых поступлениях¹ по 82 секторам в 79 регионах за 2019г. В таблице 1 представлены оценки экономической сложности 82 секторов экономики и 79 регионов, рассчитанные как значения собственных векторов в соответствии с описанным выше подходом. Значения констант в результате решения систем уравнений (2) и (3): $a_1 = 1.9305$; $a_2 = 1.9756$.

Таблица 1. Оценки экономической сложности секторов и регионов.

Структура таблицы 1 по столбцам.

- (1) код сектора в соответствии с структурой данных о налоговых поступлениях;
- (2) число регионов, в которых сектор является сильным;
- (3) не нормированная оценка экономической сложности сектора;
- (4) нормированная оценка экономической сложности сектора со средним 0 и стандартным отклонением 1;
- (5) наименование региона;
- (6) число сильных секторов в регионе;
- (7) не нормированная оценка экономической сложности региона;
- (8) нормированная оценка экономической сложности региона со средним 0 и стандартным отклонением 1.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1020*	40	0.0467	0.6324	Белгородская область	24	0.0670	0.8364
1025	32	-0.0292	-0.0650	Брянская область	31	0.0402	0.5933
1030	11	-0.0700	-0.4394	Владимирская область	37	0.0617	0.7883
1046	11	-0.1167	-0.8681	Воронежская область	34	0.0285	0.4871
1047	7	-0.1799	-1.4490	Ивановская область	28	0.0430	0.6183
1055	13	-0.4351	-3.7938	Калужская область	29	0.0584	0.7578
1060	6	-0.5638	-4.9760	Костромская область	33	0.0246	0.4515

¹ Данные о налоговых поступлениях по секторам экономики за 2019 год https://www.nalog.ru/m77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/8826515/

1075*	10	-0.0078	0.1318	Курская область	22	0.0618	0.7888
1080	12	-0.2254	-1.8670	Липецкая область	36	0.0443	0.6306
1081	15	-0.0847	-0.5743	Московская область	39	0.0266	0.4696
1084	17	-0.3330	-2.8561	Орловская область	30	0.0561	0.7372
1090*	41	0.0569	0.7267	Рязанская область	16	0.0435	0.6228
1095*	38	0.0522	0.6830	Смоленская область	31	0.0455	0.6415
1100*	50	0.0392	0.5641	Тамбовская область	28	0.0419	0.6090
1105*	13	0.0635	0.7870	Тверская область	42	0.0335	0.5322
1110*	37	0.0238	0.4223	Тульская область	34	0.0514	0.6945
1115	9	0.0501	0.6641	Ярославская область	25	0.0318	0.5174
1120	26	0.0740	0.8830	г. Москва	24	-0.0386	-0.1212
1125	21	0.0812	0.9496	Республика Карелия	26	0.0215	0.4239
1130	36	-0.0051	0.1569	Республика Коми	14	-0.2957	-2.4514
1135*	25	0.0054	0.2530	Архангельская область	20	-0.0186	0.0599
1140*	22	0.0617	0.7703	Вологодская область	25	0.0413	0.6031
1145	5	0.0021	0.2231	Калининградская оласть	15	0.0126	0.3434
1150	12	-0.1497	-1.1715	Ленинградская область	14	0.0332	0.5298
1155	25	-0.0124	0.0897	Мурманская область	17	-0.0367	-0.1042
1158*	15	0.0336	0.5126	Новгородская область	32	0.0404	0.5948
1160	30	0.0534	0.6942	Псковская область	35	0.0503	0.6848
1165*	44	0.0536	0.6958	г. Санкт-Петербург	23	-0.0031	0.2004
1170*	28	0.0259	0.4418	Республика Адыгея	22	-0.0160	0.0841
1175*	14	0.0337	0.5132	Краснодарский край	27	0.0354	0.5494
1176	1	0.0140	0.3325	Астраханская область	9	-0.2532	-2.0656
1177*	5	0.0329	0.5058	Волгоградская область	17	0.0274	0.4776
1180*	8	0.0665	0.8148	Ростовская область	33	0.0461	0.6469
1185	18	0.0475	0.6402	Республика Дагестан	19	0.0198	0.4081
1190	11	-0.1165	-0.8667	Республика Ингушетия	15	-0.0168	0.0769
1195	6	-0.0898	-0.6210	Кабардино-Балкарская Рес-	17	0.0381	0.5739
1200*	31	0.0365	0.5387	Карачаево-Черкесская Рес-	27	0.0202	0.4122
1201*	20	0.0640	0.7912	Республика Северная Осетия -	14	-0.0029	0.2030
1202	27	0.0526	0.6864	Чеченская Республика	13	0.0186	0.3976
1203	29	0.0259	0.4411	Ставропольский край	23	0.0527	0.7067
1205	34	0.0321	0.4981	Республика Башкортостан	17	-0.1003	-0.6803
1215	16	-0.0036	0.1704	Республика Марий Эл	31	0.0325	0.5232
1220	27	-0.0046	0.1613	Республика Мордовия	20	0.0582	0.7559
1221	9	-0.1234	-0.9300	Республика Татарстан	13	-0.1025	-0.7004
1223	19	-0.0331	-0.1002	Удмуртская Республика	15	-0.0780	-0.4782
1225	28	0.0155	0.3459	Чувашская Республика	40	0.0383	0.5761
1245	36	-0.0198	0.0214	Пермский край	20	-0.0983	-0.6619
1250*	48	0.0106	0.3008	Кировская область	35	0.0473	0.6575
1255*	46	0.0347	0.5224	Нижегородская область	24	0.0330	0.5277
1261*	57	0.0196	0.3836	Оренбургская область	6	-0.5249	-4.5284
1262	9	0.0233	0.4173	Пензенская область	26	0.0513	0.6941
1263*	33	0.0152	0.3433	Самарская область	15	-0.1144	-0.8084
1270	33	0.0073	0.2706	Саратовская область	21	-0.0135	0.1065
1280	28	0.0509	0.6714	Ульяновская область	25	0.0152	0.3668
1285	27	0.0172	0.3620	Курганская область	26	0.0175	0.3876
1290	40	0.0472	0.6368	Свердловская область	30	0.0229	0.4363
1305	47	-0.0393	-0.1574	Тюменская область	8	-0.3363	-2.8186
1315	36	0.0286	0.4665	Челябинская область	35	0.0071	0.2932
1320	35	-0.0898	-0.6219	Республика Алтай	30	-0.0352	-0.0898
1325	20	-0.1135	-0.8395	Республика Тыва	17	-0.0047	0.1864
1330	19	-0.1723	-1.3791	Республика Хакасия	22	0.0044	0.2690
1340	23	-0.0230	-0.0073	Алтайский край	33	0.0473	0.6577
1345	17	-0.0011	0.1932	Красноярский край	15	-0.2383	-1.9310
1350	11	0.0064	0.2627	Иркутская область	15	-0.1845	-1.4435
1355	14	0.0030	0.2310	Кемеровская область	20	0.0080	0.3010

1360	4	0.0100	0.2952	Новосибирская область	39	0.0295	0.4965
1363	3	0.0266	0.4478	Омская область	17	-0.0104	0.1344
1365	4	-0.0312	-0.0833	Томская область	10	-0.3000	-2.4900
1375	5	-0.0997	-0.7125	Республика Бурятия	25	-0.0295	-0.0387
1380	3	-0.0220	0.0015	Республика Саха (Якутия)	11	-0.3225	-2.6943
1385	5	-0.0191	0.0277	Забайкальский край	19	-0.0221	0.0285
1390	11	0.0560	0.7181	Камчатский край	23	-0.0039	0.1933
1395	8	-0.2530	-2.1204	Приморский край	26	-0.0307	-0.0493
1398	14	-0.0658	-0.4013	Хабаровский край	21	-0.0896	-0.5833
1400*	55	0.0178	0.3668	Амурская область	17	-0.0358	-0.0958
1410*	58	0.0226	0.4108	Магаданская область	23	-0.0278	-0.0234
1420*	57	0.0245	0.4287	Сахалинская область	18	-0.1673	-1.2877
1430	35	0.0271	0.4528	Еврейская автономная область	21	0.0240	0.4460
1440	24	0.0280	0.4611	Чукотский автономный округ	13	-0.0964	-0.6447
1445	14	0.0196	0.3838				
1447	3	0.0265	0.4466				
1450	6	0.0493	0.6560				

Возможности аппроксимации оценки $ECI_{c^*}(p^*)$ экономической сложности региона c^* в случае появления в нем нового сильного сектора p^* показаны далее на примере Белгородской области. Исходная ненормированная оценка экономической сложности этого региона указана в первой строке таблицы 1 и равна 0.0670. По данным 2019г. в экономике Белгородской области 24 сильных сектора. Эти сектора помечены знаком (*) в первом столбце таблицы 1. Средняя оценка экономической сложности сильных секторов Белгородской области равна 0.034725. Результаты аппроксимации представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты аппроксимации оценок экономической сложности региона.

Структура таблицы 2 по столбцам.

- (1) код сектора, рассмотренного в качестве нового сильного в экономике региона;
- (2) оценка экономической сложности сектора из столбца 3 таблицы 1;
- (3) истинная не нормированная оценка экономической сложности региона, полученная в соответствии со стандартным подходом при появлении нового сильного сектора, указанного в столбце (1);
- (4) не нормированная оценка экономической сложности региона, полученная в результате аппроксимации по формуле (5);
- (5) ошибка аппроксимации в % по отношению к истинному значению, указанному в столбце (3);
- (6) истинная нормированная оценка экономической сложности региона со средним 0 и стандартным отклонением 1, полученная в соответствии со стандартным подходом при появлении нового сильного сектора, указанного в столбце (1).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1125	0.081212	0.071585	0.070626	-1.34	0.877999
1160	0.053407	0.069069	0.068478	-0.85	0.855238
1202	0.052563	0.068992	0.068413	-0.83	0.854471
1290	0.047159	0.068085	0.067996	-0.13	0.846277
1205	0.032066	0.067207	0.066831	-0.56	0.838414
1315	0.028627	0.066614	0.066565	-0.07	0.832918
1203	0.025861	0.066562	0.066351	-0.31	0.832629
1285	0.017248	0.065481	0.065686	0.31	0.822845
1220	-0.0046	0.063917	0.064	0.12	0.808533
1130	-0.00508	0.063772	0.063962	0.29	0.807296
1155	-0.01239	0.063442	0.063398	-0.07	0.804374
1305	-0.03929	0.060504	0.061321	1.35	0.777539
1320	-0.08985	0.05616	0.057416	2.23	0.738046

В столбце (1) таблицы 2 указаны коды 13 секторов, экспертно выбранных для апробации предложенной оценки аппроксимации по формуле (5). Ни один из этих секторов не является сильным в Белгородской области по данным 2019г. В таблице 2 эти сектора упорядочены по убыванию оценок их экономической сложности из столбца (2) таблицы 1. Оценки экономической сложности секторов приведены с более высокой точностью в столбце (2) таблицы 2. Для каждого сектора получена истинная

оценка экономической сложности региона в соответствии со стандартным подходом, что позволяет оценить качество аппроксимации.

Следует отметить, что порядок истинных значений экономической сложности в столбце (3) полностью соответствует порядку оценок экономической сложности секторов в столбце (2). Другими словами, коэффициент ранговой корреляции Спирмена истинных оценок экономической сложности региона из столбца (3) и оценок экономической сложности секторов из столбца (2) равен 1. **Чем выше экономическая сложность сектора, тем выше экономическая сложность региона, в котором этот сектор становится сильным.** Коэффициент корреляции Пирсона оценок экономической сложности из столбцов (2) и (3) таблицы 2 равен 0.9989.

В столбце (4) таблицы 2 указана оценка аппроксимации экономической сложности региона по формуле (5) для соответствующего сектора. Оценка в столбце (4) тем выше, чем выше оценка экономической сложности сектора в столбце (2). Это следует из формулы (4). Соответственно, коэффициент ранговой корреляции Спирмена и коэффициент корреляции Пирсона оценок из столбца (4) и из столбца (2) равны 1. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена оценок аппроксимации и истинных оценок равен 1; коэффициент корреляции Пирсона равен 0.9989.

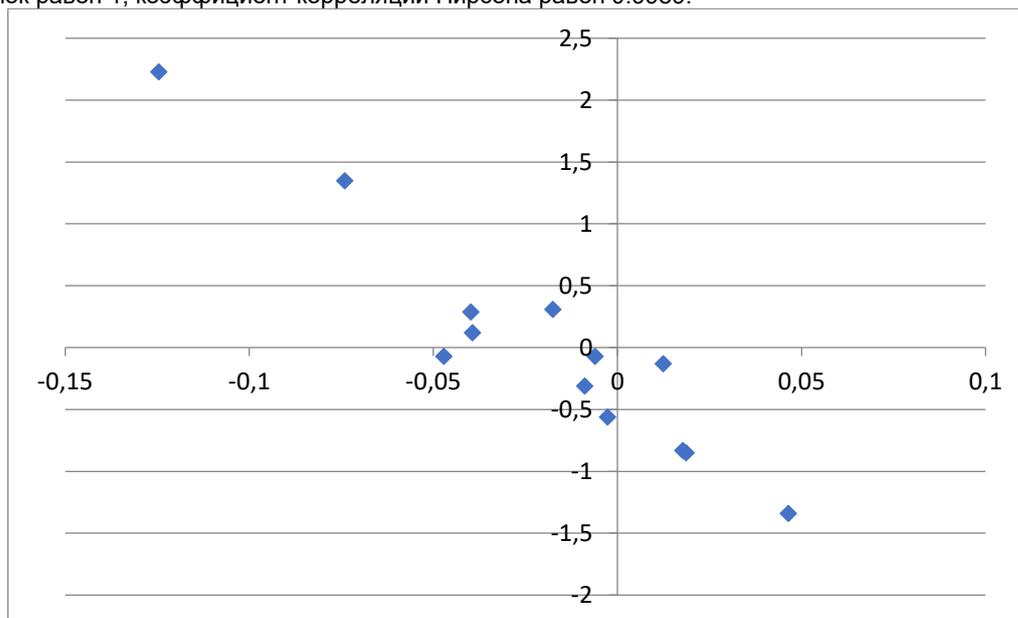


Рис. 1. Зависимость ошибки аппроксимации (ось ординат) от величины $\Delta_{p^*}(c^*)$ (ось абсцисс)

В столбце (5) таблицы 2 указано отклонение оценки аппроксимации от истинного значения в %. Максимальная величина ошибки для выбранных 13 секторов 2.23%. Можно сделать вывод, что аппроксимация дает хорошие результаты. Однако следует отметить, что с ростом модуля величины $\Delta_{p^*}(c^*)$, определяемой формулой (4), абсолютное значение величины ошибки растет. Напомним, что величина $\Delta_{p^*}(c^*)$ характеризует отклонение оценки экономической сложности сектора p^* от средней оценки экономической сложности всех сильных секторов в экономике региона c^* . Как показано на рис. 1, оценки аппроксимации ниже истинных при положительных значениях величины $\Delta_{p^*}(c^*)$ и выше истинных при отрицательных значениях. Некоторые исключения могут быть связаны с точностью вычисления при значениях $\Delta_{p^*}(c^*)$, близких к нулю.

Заключение

Предложен подход к формированию рекомендаций по развитию регионов и секторов экономики с учетом экономической сложности. Подход основан на стандартном методе оценки экономической сложности в сочетании с возможностями аппроксимации. Приближенная оценка изменения экономической сложности региона при появлении нового сектора линейно зависит от разности оценки экономической сложности этого сектора и средней оценки экономической сложности всех сильных секторов региона. Апробация подхода подтвердила возможность выявления для каждого региона совокупности секторов экономики, развитие каждого из которых до уровня сильного приводит к повышению экономической сложности региона. Возможности аппроксимации оценок экономической сложности региона проверены на данных 2019г. для 13 секторов экономики Белгородской области. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена истинных оценок экономической сложности региона и оценок аппроксимации равен 1. Чем выше экономическая сложность сектора, тем выше экономическая сложность региона, в котором этот сектор становится сильным. Максимальная величина ошибки аппроксимации для выбранных 13 секторов составляет 2.23% от истинного значения оценки экономической сложности. Абсолютное значение величины ошибки растет с ростом модуля разности оценки экономической сложности

нового сильного сектора и средней оценки экономической сложности всех сильных секторов региона. Выявлено 4 сектора, развитие каждого из которых до уровня сильного приводит к увеличению экономической сложности этого региона. Это 1125 - производство кожи и изделий из кожи; 1160 - производство резиновых и пластмассовых изделий; 1202 - производство компьютеров, электронных и оптических изделий; 1290 - торговля розничная (кроме торговли автотранспортными средствами). Полученные результаты могут быть использованы при решении задач управления, направленных на повышение экономической сложности региональных экономик.

Литература

1. Blien U., Wolf K. (2006). Local employment growth in West Germany: A dynamic panel approach. *Labour Economics*, 13 (4), 445–458.
2. European Commission (2011), Cohesion Policy 2014-2020: Investing in growth and jobs, Green paper and COM documents, COM.
3. Fuchs M. (2011). The determinants of local employment dynamics in Western Germany. *Empirical Economics*, 40 (1), 177–203.
4. Hartmann D. (2017). Linking economic complexity, institutions, and income inequality. *World Development*, 93, 75–93.
5. Hausmann R., Hwang J., Rodrik D. (2006). What you export matters. *Journal of Economic Growth*, 12 (1), 1–25.
6. Hausmann R., Klinger B. (2006). Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space. CID Working Paper No. 128.
7. Hausmann R., Rodrik D. (2003). Economic development as selfdiscovery. *Journal of Development Economics*, 72 (2), 603–633.
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. Illy A., Schwartz M., Hornych C., Rosenfeld M. (2011). Local economic structure and sectoral employment growth in German cities. *Journal of Economic and Social Geography*, 102 (5), 582–593.
10. McCann P., Ortega-Argiles R. (2015) Smart Specialization, Regional Growth and Applications to European Union Cohesion Policy, Regional Studies
11. 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., ЦЭМИ РАН, Москва; miafan@cemi.rssi.ru.

Алексей А. Гусев., ЦЭМИ РАН, Москва; gusevalexeyal@yandex.ru

Mikhail Afanasiev

*Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;
e-mail: mi.afan@yandexi.ru*

<https://orcid.org/0000-0001-6928-8821>

Aleksei A. Gusev

*Central Economics and Mathematics Institute, RAS (CEMI RAS), Moscow, Russian Federation
gusevalexeyal@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0551-6001>*

Ключевые слова

региональная экономика, эконометрика, экономическая сложность

Mikhail Afanasiev, Aleksei A. Gusev, Approximation of estimates of economic complexity when choosing priority areas of diversification

Keywords

regional economics, econometrics, economic complexity

DOI: 10.34706/DE-2022-01-05

JEL classification C53 – Методы прогнозирования • Методы моделирования, D51 – Экономика товарообмена и производства

Abstract

An approach to the formation of recommendations for the development of sectors in order to diversify the regional economy, focused on increasing its economic complexity, is proposed. The approach is based on a

standard method of assessing economic complexity in combination with approximation capabilities. An approximate estimate of the change in the economic complexity of the region when a new sector appears linearly depends on the difference in the assessment of the economic complexity of this sector and the average assessment of the economic complexity of all the strong sectors of the region. The approbation of the approach confirmed the possibility of identifying a set of economic sectors for each region, the development of each of which to a strong level leads to an increase in the economic complexity of the region. The possibilities of approximating estimates of the economic complexity of the region were tested on the data of 2019 for 13 sectors of the economy of the Belgorod region. Spearman's rank correlation coefficient of true estimates of economic complexity and estimates of approximation is 1. The higher the economic complexity of a sector, the higher the economic complexity of the region in which this sector becomes strong. 4 sectors have been identified, the development of each of which to the level of a strong one leads to an increase in the economic complexity of this region. The results obtained can be used in solving management problems aimed at increasing the economic complexity of regional economies.