

Во многих случаях для исследования структуры экономических явлений необходимо не только определить удельный вес отдельных частей и выявить произошедшие за определенный период их изменения, но и дать сводную количественную характеристику структурных сдвигов во времени или же различий двух однородных структур в пространстве.

Статистика располагает рядом показателей, дающих количественную оценку степени структурных различий. Большинство их построено по принципу среднего линейного или среднего квадратического отклонения.

Так, экспертами Секретариата Европейской экономической комиссии для анализа структурных изменений предлагается использовать индекс [1, 30]

$$I(\bar{x}, \bar{y}) = 1/n \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (1)$$

где x_i и y_i соответственно доли изучаемого явления отчетного и базисного периодов; n — число элементов структуры.

Для сводной оценки структурных сдвигов Л.С. Казинец использовал следующие коэффициенты [2, 161–162].

Линейный коэффициент «абсолютных» структурных сдвигов:

$$\delta_{f_2-f_1} = \frac{\sum |f_2 - f_1|}{n}, \quad (2)$$

где f_2 и f_1 соответственно доли отчетного и базисного периодов; n — число выделяемых частей.

Максимальное значение этого коэффициента равно $2/n$.

Квадратический коэффициент «абсолютных» структурных сдвигов

$$\sigma_{f_2-f_1} = \sqrt{\frac{\sum (f_2 - f_1)^2}{n}}. \quad (3)$$

Максимальное значение этого коэффициента равно $\sqrt{2/n}$.

Оба показателя имеют идентичное экономическое содержание – они позволяют оценить, на сколько процентных пунктов в среднем отклоняются друг от друга удельные веса частей в сравниваемых периодах (совокупностях), но различаются выбором формы средней.

Линейный коэффициент относительных структурных сдвигов

$$\bar{\delta}_{f_2/f_1} = \sum |(f_2/f_1) - 1| f_1 \quad (4)$$

показывает, каков средний относительный, а не «абсолютный» прирост удельного веса частей целого. После преобразования он приобретает вид $\bar{\delta}_{f_2/f_1} = \sum |f_2 - f_1|$, т.е. ровно в n раз превышает величину $\bar{\delta}_{f_2-f_1}$, что исключает необходимость его отдельного расчета. Максимальное значение этого коэффициента равно 2.

Квадратический коэффициент относительных структурных сдвигов

$$\bar{\delta}_{f_2/f_1} = \sqrt{\sum (f_2 - f_1)^2 / f_1} \quad (5)$$

показывает, какова средняя величина относительного отклонения удельных весов [2, 168–169]. Этот коэффициент не имеет верхней границы, поэтому его нельзя нормализовать и непосредственно по его величине невозможно судить о силе структурных сдвигов.

В статистическом анализе применяется также «интегральный показатель структурных различий», иногда называемый индексом Салаи:

$$I_c = \frac{\sum ((d_1 - d_2)/(d_1 + d_2))^2}{n} \quad (6)$$

Этот «индекс» изменяется в пределах от 0 до 1.

Уровень относительных различий структуры В.М. Рябцев и Г.И. Чудилин [3, 32] рассчитывают по формуле

$$\bar{l}_{\text{омн.}} = 1/2 \sum_{i=1}^n \left| \frac{(d_1 - d_2)/((d_1 + d_2)/2)}{n} \right|, \quad (7)$$

величина заключена в интервале от 0 до 1.

Однако существуют математические доказательства того, что все приведенные показатели не пропорциональны углу поворота от вектор-структуры x к вектор-структуре y , и известен критерий, согласно которому показатели, построенные по принципу среднего линейного или квадратического отклонения, нецелесообразно применять в случае, если максимальное значение изучаемых долей превышает минимальное более чем в 2 раза [1, 30–31].

В качестве альтернативного измерителя предлагается использовать косинус угла между векторами структур, получившими название «коэффициент подобия», или «коэффициент косинус» [1, 31]:

$$E(\bar{x}, \bar{y}) = \cos \varphi \frac{(\bar{x}, \bar{y})}{|\bar{x}| \cdot |\bar{y}|}, \quad (8)$$

где $(\bar{x}, \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i$ — скалярное произведение векторов; $|\bar{x}|, |\bar{y}|$ — длины векторов $|\bar{x}|$ и $|\bar{y}|$

В условных обозначениях, принятых в статистическом анализе, формула (8) имеет вид

$$E = \sum d_1 \cdot d_2 / \sqrt{\sum d_1^2 \sum d_2^2} \quad (9)$$

Коэффициент косинус полностью определяется углом поворота между изучаемыми структурами и изменяется от 1 (при полном совпадении структур) до 0 (при ортогональности структур). Однако в силу нелинейности этого показателя относительно изменения угла φ он менее чувствителен при малых и более чувствителен при больших относительных изменениях структуры.

Проведем анализ динамики отраслевой структуры продукции промышленности Республики Беларусь за период 1990–2000 гг. в ценах соответствующих лет на основании данных табл. 1.

Таблица 1. Отраслевая структура объема производства промышленности Республики Беларусь, % (в ценах соответствующих лет)

Отрасль	Год			Изменение структуры, процентные пункты, увеличение (+), уменьшение (-)	
	1990	1995	2000	1995 г. по сравнению с 1990 г.	2000 г. по сравнению с 1995 г.
Промышленность, всего	100,0	100,0	100,0	х	х
В том числе отрасли					
Электроэнергетика	2,6	13,8	8,4	+11,2	-5,4
Топливная промышленность	4,6	4,3	5,8	-0,3	+1,5
Черная металлургия	0,9	2,4	3,4	+1,5	+1,0
Химическая и нефтехимическая промышленность	9,0	14,3	14,2	+5,3	-0,1
Машиностроение и металлообработка	34,2	23,3	23,9	-10,9	+0,6
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	4,4	5,3	5,8	+0,9	+0,5
Промышленность строительных материалов	3,7	5,1	4,1	+1,4	-1
Легкая промышленность	17,2	8,0	8,6	-9,2	+0,6
Пищевая промышленность	14,9	17,0	19,3	+2,1	+3,3
Прочие отрасли	8,5	6,5	6,5	-2,0	0

Отраслевая структура промышленной продукции Республики Беларусь в период 1990–2000 гг. претерпела существенные изменения, причем гораздо более сильные за период 1990–1995 гг., чем в последующие 5 лет. Кроме того, эти изменения были разнонаправлены. Так, в 1995 г. по сравнению с 1990 г. сильно увеличилась доля электроэнергетики (на 11,2 п.п.) и химической и нефтехимической промышленности (на 5,3 п.п.). В последующее пятилетие доля этих отраслей снизилась соответственно на 5,4 и 0,1 п.п. Доля легкой промышленности в первом анализируемом пятилетии снизилась на 9,2 п.п., а во втором несколько увеличилась (на 0,6 п.п.).

Очевидно, что необходима сводная оценка произошедших структурных изменений.

Рассчитаем показатели уровня структурных различий (2), (3), (6), (7) и (9). Поскольку коэффициенты (6) и (7) изменяются в пределах от 0 до 1, их величина позволяет непосредственно судить о силе структурных сдвигов. Что же касается коэффициентов (2) и (3), то максимальные значения, которые они могут принимать для совокупности, представленной десятью частями, соответственно равны 0,2 (2/10) и 0,4472 ($\sqrt{2/10}$). Поэтому имеет смысл нормализовать их значения относительно верхней границы, т.е. разделить фактическую величину коэффициента на соответствующую ему максимально возможную.

Для коэффициента косинус (9) сначала определяем по таблице угол поворота вектор-структуры, а затем сравниваем его со 180°.

Результаты расчетов сведены в табл. 2.

Таблица 2. Сводные коэффициенты структурных сдвигов в объеме производства промышленной продукции Республики Беларусь за 1991–1995 и 1996–2000 гг. (в ценах соответствующих лет)

Коэффициенты	1991–1995		1996–2000	
	Фактические	Нормализованные, %	Фактические	Нормализованные, %
Линейный	0,0448	22,4	0,0130	6,5
Квадратический	0,0608	13,6	0,0199	4,5
Салаи	0,3084	30,8	0,1525	15,3
Рябцева—Чудилина	0,2404	24,04	0,8340	8,34
Угол поворота вектор-структуры	26°	14,4	9°	5,0

Все сводные коэффициенты показывают значительно большие структурные сдвиги в период 1991–1995 гг., чем в период 1996–2000 гг. При этом самую осторожную оценку силы структурных сдвигов дают квадратический коэффициент и угол поворота вектор-структуры, а самый большой процент от максимально возможного различия изучаемых структур показывает коэффициент Салаи.

Поскольку начиная с 1990 г. в стране имел место очень серьезный инфляционный процесс, есть смысл рассмотреть динамику отраслевой структуры не в ценах соответствующих лет, а в ценах года, принятого за базу сравнения (расчеты произведены на основе индексов физического объема производства).

Таблица 3. Отраслевая структура объема производства продукции промышленности Республики Беларусь, % (в сопоставимых ценах)

Отрасль	1990 г. в фактически действовавших их ценах	1995 г. в ценах 1990 г.	1995 г. в фактически действовавших ценах	2000 г. в ценах 1995 г.	Изменение структуры, процентные пункты, увеличение (+), уменьшение (-)	
					1995 г. по сравнению с 1990 г.	2000 г. по сравнению с 1995 г.
Промышленность, всего	100,0	100,0	100,0	100,0	х	х
В том числе отрасли						
Электроэнергетика	2,6	2,8	13,8	8,3	+0,2	-5,5
Топливная промышленность	4,6	2,8	4,3	2,9	-1,8	-1,4
Черная металлургия	0,9	1,1	2,4	3,1	+0,2	+0,7
Химическая и нефтехимическая промышленность	9,0	9,1	14,3	13,2	+0,1	-1,1
Машиностроение и металлообработка	34,2	38,0	23,3	28,1	+3,8	+4,8
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	4,4	5,3	5,3	7,4	+0,9	+2,1
Промышленность строительных материалов	3,7	2,3	5,1	4,3	-1,4	-0,8
Легкая промышленность	17,2	14,6	8,0	9,9	-2,6	+1,9
Пищевая промышленность	14,9	15,1	17,0	19,2	+0,2	+2,2
Прочие отрасли	8,5	8,9	6,5	3,8	+0,4	-2,7

В постоянных ценах отраслевая структура промышленного производства республики изменилась не так значительно, как в фактических. Так, если в ценах соответствующих лет доля, например, электроэнергетики в общем объеме промышленного производства увеличилась с 2,6% в 1990 г. до 13,8 % в 1995 г. (на 11,2 п.п.), то в ценах 1990 г. ее доля за 5 лет практически осталась неизменной. То же можно

сказать и о химической и нефтехимической отрасли. Что же касается доли машиностроения и металлообработки, то она в сопоставимых ценах увеличилась за 1990–1995 гг. на 3,8 п.п., а в фактических ценах – снизилась почти на 11 п.п.

Обобщающие коэффициенты структурных сдвигов в отраслевой структуре промышленности Республики Беларусь в постоянных ценах представлены в табл. 4.

Таблица 4. Сводные коэффициенты структурных сдвигов в объеме производства промышленной продукции за 1991–1995 и 1996–2000 гг. (в сопоставимых ценах)

Коэффициент	1991–1995		1996–2000	
	Фактические	Нормализованные, %	Фактические	Нормализованные, %
Линейный	0,0116	5,8	0,0232	11,6
Квадратический	0,0166	3,7	0,0280	6,36
Салаи	0,120	12,0	0,1567	15,7
Рябцева–Чудилина	0,1776	17,76	0,1379	13,79
Угол поворота вектор-структуры	6°	3,3	12°	6,7

Представленные в табл. 4 коэффициенты структурных сдвигов за 1991–1995 гг. заметно ниже, чем полученные на основе данных об объемах производства по отраслям в ценах соответствующих лет. Показатели структуры производства, приведенные в табл. 1, отражают различную степень влияния инфляции на стоимостные показатели объема производства отраслей. Сильное удорожание топлива и энергии в период 1991–1995 гг., почти втрое превысившее увеличение общих затрат на рубль продукции, отразилось, в частности, на резком увеличении доли электроэнергетики в общем объеме промышленного производства в фактических ценах.

Отраслевая структура промышленности характеризуется не только показателями объема производства, но также и распределением по отраслям среднесписочной численности промышленно-производственного персонала, стоимости промышленно-производственных основных фондов и затрат на производство.

Таблица 5. Отраслевая структура среднегодовой численности промышленно-

производственного персонала, стоимости промышленно-производственных основных фондов (на начало года) и затрат на производство в промышленности Республики Беларусь, %

Отрасль	Среднегодовая численность промышленно-производственного персонала			Стоимость промышленно-производственных основных фондов (на начало года)			Затраты на производство реализованной продукции		
	1990 г.	1995 г.	2000 г.	1990 г.	1995 г.	2000 г.	1990 г.	1995 г.	2000 г.
Промышленность, всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
В том числе по отраслям									
Электроэнергетика	1,7	3,4	3,8	11,4	11,8	11,9	3,5	15,3	11,1
Топливная	1,1	1,4	1,4	5,0	5,4	6,0	5,0	4,6	5,9
Черная металлургия	0,6	1,0	1,4	4,4	2,3	4,6	1,1	2,8	3,6
Химическая и нефтехимическая	6,6	7,8	9,1	20,2	21,5	22,5	10,5	15,3	13,1
Машиностроение	46,8	41,7	37,0	33,9	33,6	28,9	38,5	23,7	24,2
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	6,9	8,6	10,7	3,2	3,6	3,9	4,2	4,8	5,2
Промышленность стройматериалов	5,8	5,9	5,1	3,8	4,2	5,3	4,1	3,8	3,5
Легкая	17,2	15,6	14,2	7,4	7,2	6,1	19,7	7,7	8,6
Пищевая	7,2	9,1	11,1	6,2	6,4	7,2	15,2	15,8	18,2
Прочие	6,1	5,5	6,2	1,1	6,3	6,6

Самые значительные изменения в отраслевой структуре промышленности Республики Беларусь связаны с электроэнергетикой и машиностроением. Доля электроэнергетики в численности персонала с 1990 по 2000 гг. увеличилась на 2,1 п.п., в стоимости основных промышленно-производственных фондов изменения были незначительны; что же касается затрат на производство продукции, то их доля в 1995 г. по

сравнению с 1990 г. резко возросла – с 3,5 до 15,3 %, но в последующем пятилетии снизилась на 4,2 п.п. и составила 11,1 %. Доля машиностроения в течение десяти лет снижалась по всем показателям, приведенным в табл. 5, за исключением незначительного повышения его удельного веса в затратах на производство в 2000 г. по сравнению с 1995 г. Такая же тенденция наблюдалась и в легкой промышленности. Увеличилась доля химической и нефтехимической, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной, а также пищевой отрасли.

Как же в целом охарактеризовать степень структурных изменений, произошедших в промышленности республики за последнее десятилетие?

Рассчитаем по описанной выше методике сводные показатели динамики отраслевой структуры численности персонала, стоимости промышленно-производственных основных фондов и затрат на производство и приведем в табл. 6 их нормализованные значения.

Таблица 6. Нормализованные значения сводных коэффициентов структурных сдвигов в отраслевой структуре промышленного производства Республики Беларусь за 1991–1995 и 1996–2000 гг., % от максимально возможных

Коэффициент	Среднегодовая численность промышленно-производственного персонала		Стоимость промышленно-производственных основных фондов		Затраты на производство реализованной продукции	
	1991– 1995 гг.	1996– 2000 гг.	1991– 1995 гг.	1996– 2000 гг.	1991– 1995 гг.	1996– 2000 гг.
Линейный	7,3	6,9	5,25	7,45	25,15	16,65
Квадратический	4,5	4,2	3,1	8,0	15,9	12,7
Салаи	16,8	8,6	13,1	17,2	36,4	31,6
Рябцева–Чудилина	16,2	7,6	8,5	10,5	27,4	18,7
Угол поворота вектор-структуры	3,1	3,3	3,3	4,2	16,1	15,0

Итак, все нормализованные сводные коэффициенты показывают большие структурные изменения в затратах на производство продукции, чем в численности персонала и стоимости основных фондов; однако исходя из предыдущего сравнительного анализа структуры производства продукции в фактических и сопоставимых ценах, можно сделать вывод, что изменения в отраслевой структуре затрат на производство в большой степени связаны с процессом инфляции.

Следует отметить, что все нормализованные сводные коэффициенты изменяются согласованно, например, все они показывают большие изменения в первом анализируемом пятилетии, чем во втором, по показателям структуры численности персонала и затрат на производство (несущественное отклонение от общего направления изменения структуры наблюдается по показателю угла поворота вектор-структуры численности персонала). Что же касается структуры стоимости основных производственных фондов, то все характеризующие ее динамику коэффициенты структурных сдвигов во втором анализируемом периоде больше, чем в первом.

Следующей важной задачей анализа структурных изменений является выявление их влияния на динамику объемных и качественных показателей. В данном случае представляет интерес установить, как изменения в отраслевом распределении численности персонала и затрат на производство повлияли на объем производства промышленной продукции, с одной стороны, и на экономию ресурсов производства – с другой.

Численность промышленно-производственного персонала (T) связана с объемом промышленного производства (Q) через показатель средней производительности труда (W), которая в свою очередь зависит от ее уровня в каждой подотрасли и отраслевой структуры численности персонала. Влияние последней на абсолютное изменение объема производства может быть исчислено по формуле

$$\Delta Q_{(cmp.T)} = \Delta \bar{W}_{(cmp.T)} \cdot \sum T_1 = \left(\frac{\sum W_0 T_1}{\sum T_1} - \bar{W}_0 \right) \cdot \sum T_1$$

Если полученную $\Delta Q_{(cmp.T)}$ величину разделить на средний уровень производительности труда базисного периода, то получим условную экономию численности работников, связанную с изменениями в ее отраслевой структуре:

$$\mathcal{E}_{T(cmp.T)} = \Delta Q_{(cmp.T)} / W_0.$$

В результате изменения отраслевой структуры численности персонала в промышленности республики в 1995 г. было получено продукции на 3,6 млрд р. больше, чем в 1990 г., что составило 5,8 % от общего ее прироста, и условно высвобождена 131 тыс. чел., или 8,5 % от численности промышленно-производственного персонала в 1990 г.

В период 1996–2000 гг. изменения в распределении численности персонала по отраслям промышленности менее заметно сказались на условной экономии трудовых ресурсов и приросте объема производства: было высвобождено 76,2 тыс. чел., или 6,5 % от численности промышленно-производственного персонала в 1995 г. и дополнительно получено промышленной продукции на 8510 млрд р., что составляет 10,1 % от общего прироста.

Расчет системы индексов переменного и постоянного составов и влияния структурных сдвигов выявил неэффективность изменений в отраслевой структуре себестоимости реализованной продукции в период с 1991 по 1995 гг. За счет этого фактора средняя по промышленности рентабельность снизилась на 1,58 п.п. В итоге в 1995 г. в среднем по промышленности она составила лишь 10,1 % против 22,3 % в 1990 г. В 2000 г. по сравнению с 1995 г. изменение структуры себестоимости реализованной продукции оказало совсем небольшое, но положительное влияние на увеличение средней рентабельности: 0,7 п.п. В среднем рентабельность промышленной продукции составила в 2000 г. 15,7 %, что является недостаточным для нормального процесса воспроизводства.

Литература

1. Теоретические и методологические основы структурной перестройки экономики Республики Беларусь. Мн., 1996.
 2. *Казинец Л.С.* Темпы роста и структурные сдвиги в экономике. М., 1980.
 3. *Рябцев В.М., Чудилин Г.И.* Структурно-динамический анализ индикаторов инвестиционного климата в Самарской области // *Вопр. статистики.* 2002. № 3.
-