

**В.Я. Асанович**  
доктор химических наук, профессор  
**А.С. Лапко**  
БГЭУ (Минск)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА БЕЛАРУСИ**

*Показано, что в первом приближении реструктуризация промышленного комплекса Беларуси может быть описана в рамках динамической модели с использованием оптимизационного подхода.*

*It is shown, that, as a first approximation, re-structuring of an industrial complex of Belarus, can be described within the framework of dynamic model with use optimization the approach.*

Промышленный комплекс Республики Беларусь является основой развития национальной экономики, обеспечения экономической безопасности страны. Он формирует около 30 % создаваемого в республике валового внутреннего продукта (ВВП), более 90 % объема экспорта и основную сумму валютных поступлений в республику, обеспечивает рабочими местами четверть экономически активного населения страны [1].

Мировой кризис серьезно сказывается и на развитии экономики Беларуси, при этом существуют внутренние причины, ограничивающие промышленный рост:

- неэффективная отраслевая и технологическая структура промышленности;
- громоздкая система государственного управления промышленностью;
- недостаточный рост инвестиций в высокотехнологичные экспортоориентированные производства и ряд других факторов [2, с. 8].

Решение указанных проблем обуславливает проведение структурных преобразований в индустрии, модернизацию традиционных промышленных видов деятельности, ускоренное развитие высокотехнологичных наукоемких производств, совершенствование системы государственного управления промышленным комплексом.

Под реструктуризацией промышленности будем понимать процесс комплексной адаптации производительных сил ее отраслей к закономерностям функционирования рыночной экономики, проявляющийся в изменении отраслевых соотношений в результате перелива ресурсов с целью роста эффективности и соответствия выпуска промышленности внутреннему и внешнему спросу.

В настоящее время основной вид деятельности определяется на основе Общегосударственного классификатора видов экономической деятельности (ОКЭД), утвержденного постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 28 декабря 2006 г. № 65. Виды деятельности подразделяются на добывающие, обрабатывающие и предоставляющие услуги. Именно в таких разрезах в настоящее время предоставляются статистические данные [3].

В своем исследовании мы опирались на методологию, изложенную в работе [1, с. 21]. Для оценки промышленности по видам экономической деятельности использовался индекс структурно-факторной эффективности (ИСФЭ)

$$e_i = \left( \frac{d_i^Y}{d_i^L} \alpha_i^* + \frac{d_i^Y}{d_i^F} (1 - \alpha_i^*) \right) 100, \quad (1)$$

где  $e_i$  — индекс структурно-факторной эффективности (ИСФЭ) отрасли  $i$ ;  $d_i^Y$  — удельный вес отрасли  $i$  в структуре выпуска (добавленной стоимости) промышленности;  $d_i^L$  — удельный вес отрасли  $i$  в структуре трудовых ресурсов промышленности;  $d_i^F$  — удельный вес отрасли  $i$  в структуре основного капитала промышленности;  $\alpha_i^*$  — нормированный показатель эластичности выпуска по трудовым ресурсам;  $(1 - \alpha_i^*)$  — нормированный показатель эластичности выпуска по капиталу.

С помощью ИСФЭ можно судить о степени неравномерности развития отраслей промышленности, рассчитав величину  $f$

$$f = \sum_{i=1}^n \left( \frac{e_i}{e} \right), \quad (2)$$

где  $f$  — показатель степени неравномерности отраслевой эффективности;  $e$  — эталон сравнения (промышленность в целом),  $e = 100$  %.

Рассчитанные с использованием  $f$  показатели структурной эффективности по отраслям промышленности за 2010—2012 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1. Индекс структурно-факторной эффективности отраслей

Индекс структурно-факторной эффективности отрасли	Ранжирование ИСФЭ					
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Горнодобывающая промышленность	37,70	69,30	62,99	16	13	14
Производство пищевых продуктов	165,82	139,47	145,63	2	4	4
Текстильное и швейное производство	59,54	67,97	64,90	15	14	13
Производство кожи, обуви	115,33	141,39	102,97	5	3	7
Обработка древесины	66,80	57,03	62,19	13	15	15
Целлюлозно-бумажное производство	103,79	92,72	67,97	8	9	12
Переработка нефтепродуктов	171,00	139,84	155,05	1	1	1
Химическое производство	114,69	151,13	156,89	6	2	2
Производство резиновых и пластмассовых изделий	136,99	131,42	148,90	3	5	3
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	88,37	71,33	70,72	10	12	11
Металлическое производство	127,49	118,83	117,49	4	6	5
Производство машин и оборудования	88,87	81,70	89,69	9	10	9
Производство электрооборудования	79,94	81,36	84,40	12	11	10
Производство транспортных средств	83,71	106,84	103,67	11	7	6
Прочие отрасли	106,55	99,25	93,49	7	8	8
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	61,47	49,35	46,93	14	16	16
Показатель неравномерности ( $f$ )	14,71	14,68	14,25			

Из расчетов следует, что выделяется кластер неэффективных (с точки зрения оптимальности использования труда и капитала) отраслей. К ним относятся горнодобывающая промышленность, текстильное и швейное производство, обработка древесины и производство электроэнергии, газа и воды. В этих отраслях сосредоточено около 30 % занятых и 40 % основных производственных фондов (ОПФ) промышленности. Ранжирование видов экономической деятельности по показателю эффективности указывает на большой разброс, который можно объяснить различным уровнем использования ОПФ (загрузки мощностей) по отраслям. Наиболее высокий индекс наблюдается в производстве нефтепродуктов.

Как видим, с помощью ИСФЭ отраслей возможно осуществлять индикативный мониторинг неравномерности развития промышленности в разрезе видов экономической деятельности. Это является первым этапом при выборе направлений исправляющей реструктуризации.

Следующим шагом явилось прогнозирование возможных направлений развития отраслей в рамках динамического подхода [1, с. 95].

Прогнозные расчеты по модели выполняются как серия последовательных вычислений, в ходе которых сначала находятся расчетные значения на первый год периода ( $t$ ) по фактическим данным предпрогнозного года —  $t - 1$ ,  $t - 2$  и т.д. Затем эти данные становятся исходными для нахождения второго года периода и т.д.

В блоке моделируется производственный процесс по видам экономической деятельности. Основным рассчитываемым в данном блоке показателем является выпуск продукции отраслей в ценах 2008 г. Производственные возможности отраслей задаются модифицированной производственной функцией Кобба—Дугласа (МПФКД), учитывающей влияние НТП

$$X_j^p = A_j (L_t^j)^{\alpha_j} (F_t^j)^{\beta_j} e^{\gamma_j t}, \quad (3)$$

где  $X_j^p$  — потенциальный объем выпуска продукции отрасли  $j$  в году  $t$ ;  $L_t^j$  — численность занятых в отрасли  $j$  в году  $t$ ;  $F_t^j$  — стоимость ОПФ отрасли  $j$  в году  $t$ ;  $A_j$  — коэффициент пропорциональности;  $\alpha_j$  — коэффициент эластичности выпуска по трудовым затратам;  $\beta_j$  — коэффициент эластичности выпуска по стоимости основных производственных фондов;  $\gamma_j$  — коэффициент, учитывающий влияние НТП;  $t$  — фактор времени.

Здесь и далее:  $j$  — номер отрасли,  $t$  — первый прогнозный год,  $t - 1$  — предшествующий прогнозному год.

Параметр автономного влияния технического прогресса определяется по формуле

$$\gamma_t = \ln \left( 1 + \frac{0.5(\Delta X(P_t) + \Delta X(\Phi O_t))}{X_{t-1}} \right), \quad (4)$$

где  $\Delta X(P_t)$  — изменение объема выпускаемой продукции вследствие изменения производительности труда,  $t = 2, \dots, n$ ;  $\Delta X(\Phi O_t)$  — изменение объема товарной продукции вследствие изменения фондоотдачи производства, которые определяются с использованием интегрального метода оценки влияния факторов на результирующий показатель.

Трудовые ресурсы, необходимые отрасли  $j$  в году  $t$  прогнозировались исходя из планируемой динамики фондовооруженности труда

$$L_j^t = \frac{L_j^{t-1}}{1+f_j^t} \cdot \frac{F_j^t}{F_j^{t-1}}, \quad (5)$$

где  $L_j^t, L_j^{t-1}$  — численность занятых в отрасли  $j$  соответственно в году  $t$  и  $t-1$ ;  $f_j^t$  — планируемый темп прироста фондовооруженности труда в отрасли;  $F_j^t, F_j^{t-1}$  — стоимость основных производственных фондов в году  $t$  и  $t-1$ .

Динамика ОПФ описывается уравнением (6)

$$F_j^t = \Delta F_j^t + (1 - \mu_j^t) F_j^{t-1}, \quad (6)$$

где  $\Delta F_j^t$  — ввод ОПФ;  $\mu_j^t$  — планируемая норма выбытия ОПФ.

Ввод основных фондов в году  $t$  определяется исходя из величины инвестиций с учетом лага по их освоению

$$\Delta F_j^t = a_{1j} I_j^{t-1} + a_{2j} I_j^{t-2} + a_{3j} I_j^{t-3}, \quad (7)$$

где  $a_{1j}, a_{2j}, a_{3j}$  — доли освоения инвестиций, произведенных в годах  $t-1, t-2$  и  $t-3$ ;  $I_j^{t-1}, I_j^{t-2}, I_j^{t-3}$  — инвестиции, произведенные в годах  $t-1, t-2$  и  $t-3$ .

В производственном блоке модели также прогнозируются составляющие производственных затрат отраслей (материальные затраты, амортизация, заработная плата с отчислениями, прочие затраты).

Прогноз уровня затрат произведем с помощью показательной функции

$$m_j^{pt} = b_0 + e^{b_1 k_j^t}, \quad (8)$$

где  $m_j^{pt}$  — потенциальный уровень материальных затрат в затратах на производство в году  $t$ ;  $k_j^t$  — коэффициент износа ОПФ отрасли;  $b_0, b_1$  — параметры модели.

Коэффициент износа ОПФ отраслей определим по следующей зависимости:

$$k_j^t = \frac{F_j^{t-1} \cdot k_j^{t-1} + D_j^t}{F_j^t}, \quad (9)$$

где  $k_j^t, k_j^{t-1}$  — коэффициент износа ОПФ в  $j$ -й отрасли в годы  $t-1$  и  $t$ ;  $D_j^t$  — амортизация ОПФ в  $j$ -й отрасли в году  $t$ .

Начисленную сумму амортизации ОПФ отраслей в сопоставимых ценах определим как

$$D_j^t = d_j^t (F_j^{t-1} - \mu_j^t F_j^{t-1}), \quad (10)$$

где  $d_j^t$  — оценка средней по отрасли нормы амортизации.

Прогнозируя расходы на заработную плату, будем исходить из предпосылки, что темп роста производительности труда должен опережать темп роста заработной платы

$$e_w^j = \frac{I_w^j - 1}{I_x^j - 1}, \quad (11)$$

где  $I_w^j$  — индекс номинального роста заработной платы в отрасли;  $I_x^j$  — индекс номинального роста выпуска.

С учетом этого подхода, требуемую величину фонда заработной платы в отрасли  $j$  в году можно спрогнозировать следующим образом:

$$W_j^t = W_j^{t-1} \left( 1 + e_w^j (I_x^j - 1) \right), \quad (12)$$

где  $W_j^t, W_j^{t-1}$  — фонд заработной платы в  $j$ -й отрасли в годы  $t-1$  и  $t$ .

С учетом вышеназванного производственные затраты отрасли могут быть рассчитаны следующим образом:

$$Z_j^t = \frac{D_j^t + W_j^t + TW_j^t}{1 - m_j^{pt} - o_j^t}, \quad (13)$$

где  $Z_j^t$  — производственные затраты  $j$ -й отрасли в год  $t$ ;  $m_j^{pt}$  — реальный уровень материальных затрат в затратах на производство в году  $t$ ;  $TW_j^t$  — отчисления от фонда заработной платы (в фонд социальной защиты населения и фонд занятости);  $o_j^t$  — планируемая доля прочих затрат в затратах на производство.

Прогнозируемый объем номинальной прибыли отрасли рассчитывается как разница между стоимостью выпуска и затратами на производство продукции

$$P_j^t = X_j^t - Z_j^t. \quad (14)$$

Тогда номинальная валовая добавленная стоимость отрасли будет равна

$$VA_j^t = W_j^t + TW_j^t + D_j^t + P_j^t. \quad (15)$$

Данная динамическая модель позволяет рассчитывать многовариантные сценарии реструктуризации промышленности с учетом развития экономики в целом. Прогнозные расчеты по описанным выше алгоритмам были проведены на среднесрочный интервал 2013—2015 гг. В качестве базового сценария выбран инерционный, что подразумевает минимальные управляющие воздействия: сохранение экзогенных параметров и структурных коэффициентов модели на уровне предпрогнозного периода. Разработка неинерционных сценариев развития промышленности предполагает более активное воздействие на управляющие параметры, а также целенаправленные расчеты, позволяющие анализировать воздействие определенных факторов. Основные экзогенные параметры модели и фрагменты расчетов представлены в табл. 2, 3.

Таблица 2. Перечень основных экзогенных параметров модели

Параметр	Инерционный сценарий		
	2013	2014	2015
Средняя норма накопления от балансовой прибыли	7,7	8,85	10
Удельный вес в иностранных инвестициях и кредитах банков	31,1	34,6	38,1
Средняя доля освоения инвестиций в промышленности:			
1-й год	0,472	0,524	0,576
2-й год	0,322	0,3115	0,301
3-й год	0,206	0,1645	0,123
Средняя норма выбытия ОПФ	0,022	0,0255	0,029
Средний темп прироста фондовооруженности труда	0,017	0,0285	0,04
Удельный вес накопленной амортизации в стоимости ОС предприятий промышленности	0,436	0,458	0,481
Динамика коэффициента износа ОПФ в среднем по промышленности, %	40,13	38,15	36,60

Таблица 3. Прогноз основных показателей промышленности

Отрасль промышленности	2013	2015	2013	2015	2013	2015
1	2	3	4	5	6	7
Горнодобывающая промышленность	883,86	895,97	7899,65	9253,05	17,22	18,85
Обрабатывающая промышленность	9654,2	9822,1	95 730,9	109 954,5	995,07	1068,51
Производство пищевых продуктов	1814,9	1835,5	17 813,6	20 478,59	161,58	173,66
Текстильное производство	265,68	263,16	3944,85	4246,41	103,42	104,08
Производство кожи, обуви	18,89	19,19	604,81	609,70	16,97	16,00
Обработка древесины	911,41	976,91	2763,48	4540,37	66,72	102,49
Целлюлозно-бумажное производство	293,35	306,20	2571,21	3031,99	33,87	37,34
Переработка нефтепродуктов	605,96	604,33	7865,28	8628,02	11,04	11,33
Химическое производство	1575,57	1590,27	15 239,56	17 554,58	66,07	71,15
Производство резинопластмассовых изделий	268,83	274,62	2314,78	2730,74	46,68	51,48
Производство прочих неметалл-минеральных продуктов	1631,05	1625,02	9899,24	12 596,47	76,91	91,49
Металлическое производство	416,66	434,64	6593,06	7092,73	79,86	80,32
Производство машин и оборудования	618,73	612,46	11 933,25	12 499,65	152,03	148,88
Производство электрооборудования	205,48	208,61	4050,38	4240,33	70,10	68,61

1	2	3	4	5	6	7
Производство транспортных средств	492,55	518,23	5707,56	6420,75	61,15	64,31
Прочие отрасли	279,89	297,23	1900,19	2382,85	53,57	62,80
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	2161,16	2107,48	39 672,75	41 666,40	114,72	112,64
<b>Промышленность, всего</b>	<b>12 444</b>	<b>12 569,8</b>	<b>140 773,6</b>	<b>157 972,6</b>	<b>1131,92</b>	<b>1215,43</b>

Из расчетов следует, что инерционный сценарий дает в основном положительный рост показателей почти по всем показателям.

В соответствии с базовым критерием реструктуризации необходимо изменение структуры промышленности в направлении увеличения доли отраслей с большей производительностью труда, что достигается оптимальным использованием инвестиционных ресурсов. Оптимизацию распределения инвестиций осуществляли с помощью следующей модели:

$$\sum_{j=1}^{15} a^t \cdot I_j^t \cdot D_j^t \rightarrow \max, \quad (16)$$

$$D_{\min} \leq D_j^t \leq D_{\max}; D_j^t \geq 0; \sum_{j=1}^{15} D_j^t = 1. \quad (17)$$

где  $a^t$  — доля освоения инвестиций, произведенных в году  $t$ ;  $D_j^t$  — целевые коэффициенты (доли каждого вида деятельности в прогнозируемом объеме привлекаемых в промышленность инвестиций);  $D_{\min}$  — принимаемая минимальная доля привлекаемых в отрасль инвестиций;  $D_{\max}$  — привлекаемая максимальная доля привлекаемых в отрасль инвестиций;  $I_j^t$  — объем прогнозируемых инвестиций в экономику.

В данном исследовании минимальная доля привлекаемых в отрасль инвестиций была принята на уровне 1 %, максимальная — на уровне 15 %. Объем прогнозируемых в экономику инвестиций был взят на уровне предпрогнозного года с ростом в 5 % (данный рост можно задавать экзогенно). Приведенные ограничения модели являются базовыми и могут быть дополнены иными условиями в зависимости от целей исследования.

В результате получаем следующую структуру привлекаемых инвестиций в промышленность (табл. 4). Мы видим, что распределение инвестиций в 2013 г. остается на уровне 2012 г. Однако с 2014 г. начинает действовать расчетная оптимизация, и доли инвестиций из наименее эффективных отраслей переливаются в наиболее эффективные.

Необходимо отметить, что данные расчеты не учитывают межотраслевую диффузию технологий, формирование холдингов, интеграционные процессы и ряд других факторов. Требуется более совершенная модель реструктуризации, позволяющая адекватно анализировать и прогнозировать этот процесс.

Таблица 4. Структура привлекаемых инвестиций в промышленность по видам экономической деятельности

Структура инвестиций			
Вид экономической деятельности	2013	2014	2015
Горнодобывающая промышленность	0,150	0,030	0,060
Производство пищевых продуктов	0,118	0,150	0,110
Текстильное и швейное производство	0,026	0,030	0,026
Производство кожи, обуви	0,012	0,030	0,012
Обработка древесины	0,083	0,070	0,090
Целлюлозно-бумажное производство	0,032	0,030	0,032
Переработка нефтепродуктов	0,045	0,030	0,045
Химическое производство	0,103	0,150	0,140
Производство резиновых и пластмассовых изделий	0,028	0,030	0,028
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	0,096	0,150	0,150
Металлическое производство	0,040	0,030	0,040
Производство машин и оборудования	0,044	0,030	0,044
Производство электрооборудования	0,024	0,030	0,024
Производство транспортных средств	0,047	0,030	0,050
Прочие отрасли	0,032	0,030	0,032
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	0,118	0,150	0,118
<b>Промышленность, всего</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>

### Литература

1. Валетко, В.В. Реструктуризация промышленности Республики Беларусь в трансформационный период: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / В.В. Валетко. — Минск, 2002.
2. Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 05.07.2012 г., № 622 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. — 2012. — № 5/35993.
3. Промышленность Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. — Минск, 2013.

*Статья поступила в редакцию 26.12.2013 г.*