

# КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОТРАСЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

**В.Б. Гусев**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*  
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65  
E-mail: gusvbr@ipu.ru

**Ключевые слова:** стратегический план, реструктуризация, система воспроизводства, продуктивность экономики, кластеризация отраслей.

**Аннотация:** Разработан метод расчета стратегического плана реструктуризации для системы воспроизводства многоотраслевой экономики. Результаты расчетов показали, что запас продуктивности системы воспроизводства составляет величину порядка 40%. Реализация этого потенциала требует особых организационных условий. Необходимо учесть выделение достаточного объема инвестиций в наращивание производственных мощностей для отраслей с возрастающим объемом выпуска. Источником инвестиций могут быть отрасли с возрастающими ценами на продукцию. Балансировка плана заключается в подборе размера допустимых интервалов изменения объемов выпуска и цен на продукцию отраслей, а также подборе шага в алгоритме расчета управляющих параметров. Критерием оптимизации является максимум продуктивности. Соотношения применяемой модели воспроизводства учитывают непостоянство коэффициентов технологической матрицы при изменении управляющих параметров. Применяемая процедура расчета порождает три кластера отраслей; инвестируемый, инвестирующий, нейтральный. Полученный стратегический план реструктуризации соответствует верхней оценке продуктивности системы воспроизводства РФ в предположении неизменного технологического уровня.

## 1. Введение

По результатам анализа данных Росстата потенциал Российской экономики используется только частично. Одной из причин несоответствия технологического потенциала и результатов его использования является деформированная структура выпуска и цен многоотраслевой системы воспроизводства. Это обстоятельство объясняет необходимость ее реструктуризации. Актуальность формирования соответствующего стратегического плана обусловлена курсом на суверенизацию экономики РФ.

Реструктуризация системы воспроизводства должна отвечать долгосрочным целям развития. Безразмерными показателями, соответствующими этой задаче, могут быть: коэффициент промежуточного потребления  $a$  и производные величины – индекс роста  $\gamma = 1/a$ , продуктивность  $\pi = 1/a - 1$ , означающая отношение добавленной стоимости к сумме промежуточного потребления. Коэффициент  $a$  в результате реструктуризации должен принимать минимальное значение, а  $\gamma$  и  $\pi$  – максимальное значение.

Модель реструктуризации зависит от состояния основных производственных фондов и внешнеэкономических связей. Рассматриваемый механизм реализации оптимальных параметров структуры экономики заключается в росте выпуска одной части отраслей за счет роста цен другой части, что позволяет мобилизовать необходимые финансовые средства для наращивания производственных мощностей. Такой механизм реструктуризации предполагает закупку производственного

оборудования на внешнем рынке, либо ввод в строй неиспользуемых мощностей. Проект реструктуризации может таким образом быть сбалансирован по темпам роста и источникам инвестирования.

## 2. Методы

### 2.1. Модели воспроизводства и процедуры оптимизации

Коэффициенты материалоемкости вычисляются по формуле

$$a_{ij} = x_{ij}/V_i$$

и образуют матрицу удельных затрат  $A = [a_{ij}]$ , имеющую спектр  $S$ . Матрица  $A$  задает структуру и состояние технологического ядра системы воспроизводства, обладает устойчивостью. Целенаправленная реструктуризация технологического ядра может быть направлена на увеличение его продуктивности. В связи с этим технологическое ядро может подвергаться двум типам преобразований: без изменения спектра  $S$  (вращению) и с изменением спектра  $S$  (деформации). Тогда уравнение баланса в предположении постоянства коэффициентов материалоемкости принимает вид [1, 2]

$$a_{vi} \geq \sum_{j=1}^n a_{ij} V_j.$$

Гарантированный коэффициент прямых затрат  $a$  в предположении зависимости коэффициентов материалоемкости от объемов выпуска определяется из соотношения

$$a_{vi} \geq \sum_{j=1}^n a_{ij} V_j.$$

Задача оптимизации структуры выпуска имеет вид

$$(1) \quad \min_{a, v} a$$

при условии реализуемости оптимального решения

$$\theta v \geq v_i \geq 1, \theta v > 1.$$

Гарантированный коэффициент прямых затрат в предположении дискретной зависимости коэффициентов материалоемкости от объемов выпуска определяется из соотношения

$$r_{pi} \geq \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j.$$

Задача оптимизации структуры выпуска имеет вид

$$(2) \quad \min_{r, p} r$$

при условии реализуемости оптимального решения

$$\theta p \geq p_i \geq 1, \theta p > 1.$$

Для расчета планов реструктуризации были использованы следующие процедуры.

При расчете плана для прямой модели (1) можно использовать следующую процедуру.

*Утверждение 1.* Пусть

$$a(x) = \|Ax\|/\|x\|$$

Можно подобрать шаг  $h$ , что процедура минимизации

$$\min_{\mu \leq x \leq \theta} a(x)$$

методом проекции градиента имеет вид

$$y_k = x_k + h(a(x_k)E - AT)I/\|x_k\|,$$

$$z_{ki} = a(y_k) \sum_j a_{ij} y_{kj}; i = 1, n.$$

$$x_{k+1} = \min(\theta, \max(\mu, z_{ki})), i = 1, n,$$

где  $k$  – номер итерации, слабо сходится условному экстремуму.

Доказательство этого утверждения приведено в [3].

При расчете плана для сопряженной модели (2) можно использовать следующую процедуру.

*Утверждение 2.* Пусть

$$r(p) = \|A\text{Tr}\|/\|p\|.$$

Можно подобрать шаг  $h$ , что процедура минимизации

$$\min_{\mu \leq p \leq \theta} r(p)$$

методом проекции градиента имеет вид

$$y_k = p_k + h(r(p_k)E - A)I/\|p_k\|,$$

$$z_{ki} = r(y_k) \sum_j a_{ji} y_{kj}; i = 1, n.$$

$$p_{k+1} = \min(\theta, \max(\mu, z_{ki}), i = 1, n,$$

где  $k$  – номер итерации, слабо сходится условному экстремуму.

Доказательство этого утверждения аналогично доказательству утверждения 1.

## 2.2. Кластеризация отраслей в процессе реструктуризации экономики

*Утверждение 3.* Векторы приращений  $\Delta v$ , Дриндексов  $v$ ,  $p$ , полученные процедурой спуска в методе проекции градиента для прямой и сопряженной модели, ортогональны.

Доказательство этого утверждения приведено в Приложении.

*Следствие 1.* Управляющие воздействия разделяют отрасли на непересекающиеся кластеры растущих (инвестируемых), инвестирующих и нейтральных отраслей, соответственно:

$$\Delta v > 0, \Delta p = 0;$$

$$\Delta v = 0, \Delta p > 0;$$

$$\Delta v = 0, \Delta p = 0.$$

## 2.3. Расчет объема инвестиций в процессе реструктуризации

В процессе реструктуризации целесообразно применить управляемый механизм налогообложения на потребление отраслей (назначения акцизов). Объем финансов, полученных в результате роста цен, вычисляется по формуле

$$T = \sum_{i \in I} X_i(v_i - 1),$$

где  $I$  – множество инвестирующих отраслей,  $X_i$  – объем потребления продукта  $i$ .

Объем инвестиций, необходимых для прироста мощностей в растущих отраслях, вычисляется по формуле

$$I = \sum_{i \in R} X_i(p_i - 1)/f_o,$$

где  $R$  – множество растущих отраслей,  $f_o$  – коэффициент фондообразования.

Подбор параметров счета нацелен на выполнение условия сбалансированности для процесса реструктуризации

$$(3) \quad T \geq I.$$

## 3. Результаты расчетов

При расчетах использовались Таблицы ресурсов и использования товаров и услуг Российской Федерации за 2020 год [4]. Статистические данные позволяют оценить средний коэффициент фондоотдачи  $f_o$  порядка 0,5.

Подбор параметров модели основан на формировании инвестиционного фонда в процессе реструктуризации с учетом ограничения (3). В результате подбора были получены следующие параметры:  $h=110$ ,  $\theta=1,3$ . Для реализации плана реструктуризации может быть применен механизм акцизных сборов, позволяющий регулировать цены и формировать инвестиционный фонд для наращивания выпуска

соответствующих отраслей [5]. Процесс реструктуризации порождает три группы отраслей: инвестирующие (подакцизные), инвестируемые (растущие) и нейтральные.

Результаты расчетов, полученные при специально подобранных значениях сбалансированных параметров  $\theta v = 1.3$ ,  $\theta p = 1.3$ ,  $h = 110$ , представлены ниже.

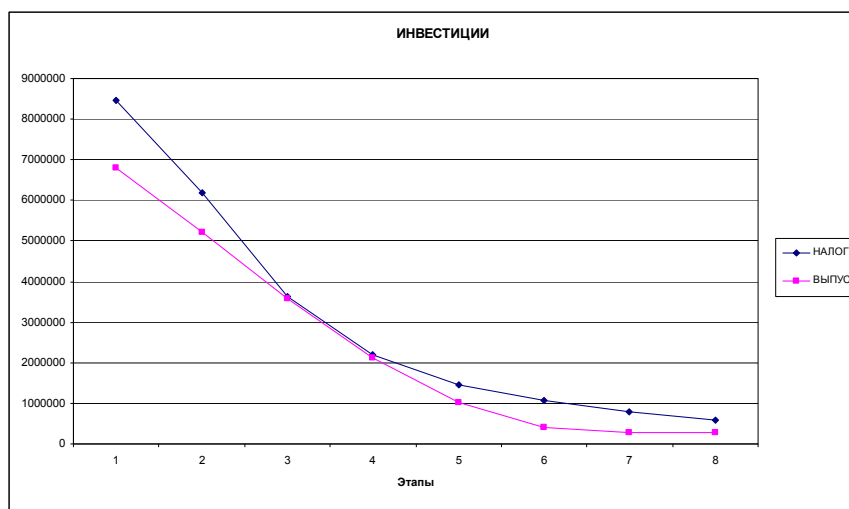


Рис. 1. Требуемые инвестиции при реструктуризации выпуска и полученные налоговые средства.

В результате подбора параметров  $\theta v, \theta p$  удалось обеспечить условие сбалансированности (3) на всех этапах процесса реструктуризации.

#### 4. Расчетный план реструктуризации для моделей воспроизводства

Инвестируемые отрасли:

1. Продукция горнодобывающих производств
2. Продукты пищевые, напитки, изделия табачные
3. Кокс и нефтепродукты
4. Средства транспортные и оборудование, прочие
5. Сооружения и строительные работы
6. Услуги по оптовой торговле, кроме оптовой торговли автотранспортными средствами и мотоциклами
7. Услуги по розничной торговле, кроме розничной торговли автотранспортными средствами и мотоциклами
8. Услуги, связанные с недвижимым имуществом
9. Услуги в сфере государственного управления и обеспечения военной безопасности; услуги по обязательному социальному обеспечению
10. Услуги в области здравоохранения

Инвестирующие отрасли:

1. Текстиль и изделия текстильные, одежда, кожа и изделия из кожи
2. Древесина и изделия из дерева и пробки, кроме мебели; изделия из соломки и материалов для плетения
3. Услуги печатные и услуги по копированию звуко- и видеозаписей, а также программных средств
4. Средства лекарственные и материалы, применяемые в медицинских целях
5. Продукты минеральные неметаллические прочие
6. Оборудование электрическое

7. Средства транспортные и оборудование, прочие
8. Мебель, изделия готовые прочие
9. Услуги по водоотведению; шлам сточных вод; услуги по сбору, обработке и удалению отходов; услуги по утилизации отходов; услуги по рекультивации и прочие услуги по утилизации отходов
10. Услуги водного транспорта
11. Услуги воздушного и космического транспорта
12. Услуги издательские
13. Услуги по производству кинофильмов, видеофильмов и телевизионных программ, звукозаписей и изданию музыкальных записей; услуги в области теле- и радиовещания
14. Услуги телекоммуникационные
15. Услуги туристических агентств, туроператоров и прочие услуги по бронированию и сопутствующие им услуги
16. Услуги общественных организаций.

План реструктуризации рассчитывается при ограничениях на изменение индексов выпуска  $[1, 1.3]$  (рис. 2) и цен в интервале  $[1, 1.3]$  (рис. 3).

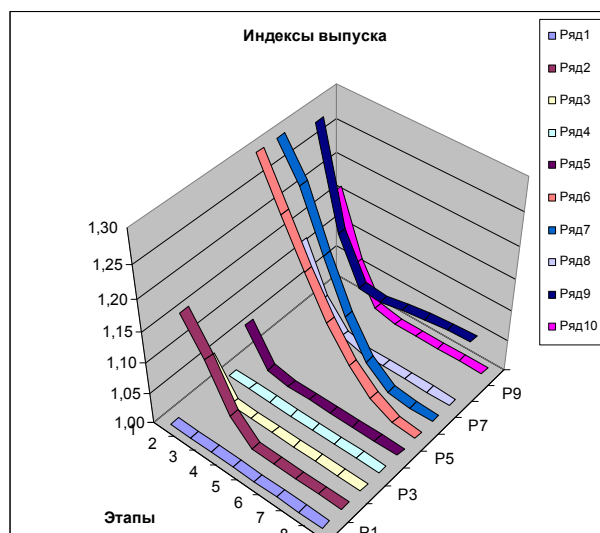


Рис. 2. Динамика индексов выпуска с диапазоном изменения  $[1, 1.3]$ .

Динамика налоговых сборов отраслей с особым порядком налогообложения (повышенными акцизами и соответственно индексом цен) приведена ниже.

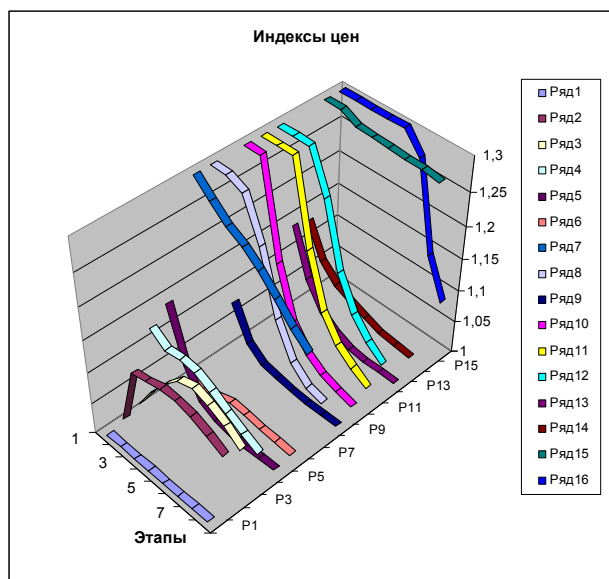


Рис. 3. Динамика индексов цен с диапазоном изменения [1, 1.3].

Из приведенных рисунков видно, что цены росли в тех отраслях, где план выпуска не увеличивался. То есть, эффект рыночного механизма цен соблюдался.

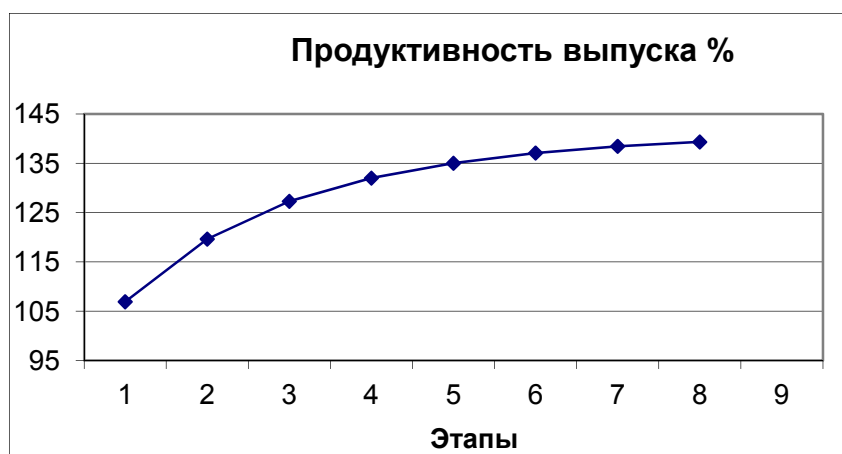


Рис. 4. Динамика продуктивности в процессе реструктуризации.

Полученный план реструктуризации обеспечивает существенный рост продуктивности экономической системы от 105% до 145%. Графики на рисунках 2, 3, 4 подтверждают заключения Следствия 1, а также теоремы о магистрали [6].

## 5. Заключение

Результаты расчетов показали, что запас продуктивности системы воспроизводства составляет величину порядка 40%. Реализация этого потенциала требует особых организационных условий [7]. В частности, полученный стратегический план реструктуризации соответствует верхней оценке продуктивности системы воспроизводства РФ в предположении неизменного технологического уровня. Новые технологии могут внести изменения в реализацию плана реструктуризации. Их учет требует корректировки статистических данных, вариация которых позволяет оценивать влияние новых технологий на продуктивность системы воспроизводства.

## Список литературы

1. Гусев В.Б. Налоговый механизм реструктуризации технологического ядра экономики // ДРУКЕРОВСКИЙ ВЕСТНИК. 2023. № 5. С. 232-244.
2. Гусев В.Б. Экстремальные характеристики модели технологического ядра крупномасштабной экономической системы // Проблемы управления. 2021. № 6. С. 30-39.
3. Гусев В.Б. Бинарная модель управления реструктуризацией технологического ядра экономики // Проблемы управления. 2022. № 6. С. 14-25.
4. Таблицы ресурсов и использования товаров и услуг Российской Федерации за 2020 год (в текущих ценах, млн. руб.) Опубликовано Росстатом 26 января 2022 года. <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tri-2020.xlsx>.
5. Lequiller F., Blades D. Understanding National Accounts, Paris: OECD, 2006. 126 p.
6. Samuelson P, Dorfman R, Solow R. Linear Programming and Economic Analysis, 1958.
7. Антипов В.И. ГОСПЛАН. Вчера, сегодня, завтра. М.: Концептуал, 2019. 208 с.

## Приложение. Доказательство Утверждения 3.

Пусть

$$a(x) = \|Ax\|/\|x\| = (Ax, I)/(x, I)$$

$$r(p) = \|ATp\|/\|p\| = (ATp, I)/(p, I).$$

Кроме того,

$$\nabla_x a(xk) = -(a(xk)I - ATI)/\|xk\|,$$

$$\nabla_p r(pk) = -(r(pk)I - AI)/\|pk\|.$$

Если шаг  $h > 0$ , то

$$\Delta xki = \min(\max(0, -h\nabla_x a(xk)i), (Axk)i/a(xk) - xki),$$

$$\Delta pki = \min(\max(0, -h\nabla_p r(pk)i), (ATpk)i/r(pk) - pki).$$

Начальные значения параметров (индексов выпуска и цен) в процедуре спуска метода проекции градиента  $x = I, p = I$ .

$$a(x) = (AI, I)/n = r(x) = (ATI, I)/n = \|A\|/n$$

$$\Delta xi = \min(\max(0, h(\|A\|/n - (ATI)i), ((AI)i - \|A\|/n)/\|A\| \cdot n)),$$

$$\Delta pi = \min(\max(0, h(\|A\|/n - (AI)i), ((ATI)i - \|A\|/n)/\|A\| \cdot n)).$$

Приращения ортогональны:

если  $\Delta xi > 0$ , то  $\|A\|/n > (ATI)i$  и  $(AI)i > \|A\|/n$ , откуда  $\Delta pi = 0$  и наоборот, если  $\Delta pi > 0$ , то  $\|A\|/n > (AI)i$  и  $(ATI)i > \|A\|/n$ , откуда  $\Delta xi = 0$ . ■