

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ДИНАМИКОЙ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ

**СУВОРОВ Николай Владимирович**, д.э.н., профессор, suvor\_n@esfor.ru, Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, Москва, Россия  
ORCID ID 0000-0001-6000-1177

**МАКСИМЦОВА Светлана Ивановна**, simaksimtsova@mail.ru, Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, Москва, Россия

**БАЛАШОВА Елена Евгеньевна**, к.э.н., Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, Москва, Россия

**РУТКОВСКАЯ Елена Алексеевна**, к.э.н., erutkovskaya@mail.ru, Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, Москва, Россия

**ТРЕЩИНА Светлана Владимировна**, к.э.н., svetlana\_treshin@mail.ru, Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, Москва, Россия  
ORCID ID 0000-0001-5761-9099

**БЕЛЕЦКИЙ Юрий Владимирович**, к.э.н., beletsky@rambler.ru, Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, Москва, Россия

*В статье отражены основные результаты работы, целью которой являлись количественное описание ретроспективной динамики производственных мощностей и основных фондов в разрезе видов экономической деятельности, а также оценка взаимосвязи этих показателей в отечественной экономике. Предложено решение проблемы трансформации данных по отдельным видам продукции из разрабатываемых Росстатом балансов производственных мощностей в сводные показатели динамики производственных мощностей и коэффициентов их использования на уровне отдельных видов деятельности. На основе данных о динамике ряда производств добывающей и обрабатывающей промышленности идентифицированы математико-статистические модели, обеспечивающие оценку взаимосвязи динамики производственных мощностей и основных фондов в разрезе видов деятельности.*

*Ключевые слова:* производственные мощности, основные фонды, вид экономической деятельности, наилучший линейный индекс, статистическая модель.

DOI: 10.47711/0868-6351-195-38-57

С точки зрения количественного измерения производственный потенциал отдельных видов экономической деятельности (ВЭД) отечественной экономики может быть охарактеризован при помощи: 1) показателей производственных мощностей (ПМ) и 2) показателей основных фондов (ОФ). Каждый из указанных способов имеет свою специфику, при этом обеспечение их методического единства является нетривиальной задачей. В ранее опубликованной работе [1] нами были рассмотрены проблемы построения ретроспективных динамических рядов ОФ в постоянных ценах в разрезе отдельных ВЭД. Данная статья, являясь логическим продолжением указанной работы, затрагивает, во-первых, проблемы количественного описания динамики ПМ на уровне отдельных ВЭД, и, во-вторых, вопросы разработки модельного инструментария, обеспечивающего согласование показателей динамики ПМ и ОФ.

Литература по проблемам анализа состояния и перспектив функционирования ПМ в отечественной экономике весьма обширна. Применительно к советскому периоду следует отметить, прежде всего, работы Я.Б. Кваши [2]. Описание и анализ различных аспектов воспроизводства производственного потенциала в терминах ПМ для современной российской экономики содержатся, в частности, в работах [3-7].

В отличие от трудов отечественных экономистов в зарубежных публикациях производственные мощности описываются главным образом в разрезе конкретных производственных процессов (включая экологические аспекты) и мер, направленных на повышение

эффективности использования этих мощностей [8; 9]. При этом серьезное внимание уделяется современной проблеме относительного снижения загрузки производственных мощностей и снижения производительности в экономике развитых стран [10].

На макроэкономическом уровне производственные мощности рассматриваются преимущественно в контексте оценки и анализа тенденций факторной производительности. Ряд авторов обращает внимание на необходимость учета использования именно показателей производственных мощностей, а не основного капитала, поскольку они (мощности) лучше отражают текущие изменения. Однако такие уточнения практически ограничиваются учетом отработанных часов по сравнению с общими показателями занятости [11; 12]. При этом под производственными мощностями подразумеваются не технологические параметры производства, а определенные условные показатели – «производственная мощность компании является чисто теоретическим понятием, и мы не можем наблюдать ее непосредственно» [13]. Соответственно, в зарубежных трудах практически отсутствует анализ таких вопросов, как агрегация технологических показателей производственных мощностей в какие-либо макроэкономические индикаторы и их увязка с показателями основного капитала.

***Построение показателей динамики производственной мощности и коэффициента использования производственной мощности (КИМ) на уровне отдельных видов экономической деятельности (ВЭД). Специфика данных балансов ПМ, разрабатываемых в государственной статистике.***

1. Данные о производственных мощностях и уровне их использования рассчитываются, исходя из натуральных показателей. Также данные о ПМ, относимые к отдельному ВЭД, заведомо не описывают весь объем его выпуска в стоимостном выражении. Таким образом, невозможно получить представление об объеме и динамике выпуска в целом по ВЭД (применительно к которому имеется статистика ПМ) путем суммирования данных баланса ПМ, взвешенных какими-либо натурально-стоимостными коэффициентами (например, ценами на соответствующий вид продукции).

2. Неполнота ретроспективной информации по видам ПМ обусловлена различиями в составе данных отчетных балансов ПМ. Так, на протяжении 2000–2020 гг. учет некоторых видов ПМ был прекращен. Вместе с тем, в течение указанного периода в номенклатуре балансов ПМ появлялся ряд новых позиций, не разрабатывавшихся в начале 2000-х годов.

3. Для тех ВЭД, для которых определен набор видов ПМ описывает последовательные стадии переработки продукции (от сырья до выпуска конечных изделий), невозможно корректно установить веса, с которыми указанные виды ПМ могли бы быть агрегированы в единый показатель.

4. Ретроспективная динамика значительной части ПМ, присутствующих в статистической отчетности, определяется не только такими позициями баланса, как «ввод новых предприятий, реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий» и «выбытие по ветхости». Суммарное значение вводов и выбытий ПМ за счет изменения номенклатуры выпуска, оборудования, сданного в аренду, и прочих факторов может существенно (в разы) превосходить вводы новых ПМ и выбытие ПМ по ветхости<sup>1</sup>. Это обстоятельство существенно снижает информативность традиционных воспроизводственных характеристик ПМ.

Вместе с тем, очевидной представляется необходимость построения показателей ПМ и уровня их использования, корреспондирующих объемам выпуска на уровне отдельных ВЭД. Соответственно, возникает проблема, связанная с тем, каким способом

<sup>1</sup> Информация о вводах и выбытиях ПМ за счет изменения номенклатуры выпуска, оборудования, сданного в аренду, и прочих факторов содержит повторный счет в случае, если производственные мощности передавались с баланса на баланс различных предприятий более одного раза в течение календарного года.

трансформировать данные об отдельных видах ПМ и уровне их использования, относимые к данному конкретному ВЭД, в сводные (синтетические) показатели ПМ и КИМ, согласованные с отчетной динамикой физического объема выпуска этого ВЭД.

*Математико-статистический подход к согласованию данных балансов ПМ и динамики выпуска на уровне ВЭД.* В связи со спецификой статистической информации, описанной выше, нами был реализован специальный метод построения динамики сводных показателей ПМ и КИМ, согласованных с отчетной динамикой валового выпуска на уровне отдельных ВЭД. Исходным пунктом данного метода является тождество, связывающее объем выпуска ( $X$ ), производственную мощность ( $C$ ) и уровень ее использования ( $E$ ) в каждом году  $t$  ретроспективного периода времени:

$$X_t = E_t \times C_t.$$

В терминах темпов изменения указанное тождество представимо как:

$$x_t = \ln(X_t / X_{t-1}) = \ln(E_t / E_{t-1}) + \ln(C_t / C_{t-1}) = e_t + c_t. \quad (1)$$

Как было отмечено выше, исчисление значения  $E_t$  и  $C_t$  непосредственно по данным балансов ПМ не представляется возможным<sup>2</sup>. Соответственно, необходимо численно определить (используя данные балансов ПМ) аналоги непосредственно не наблюдаемых показателей  $E_t$  и  $C_t$  (или темпов их изменения  $e_t$  и  $c_t$ ), корреспондирующие показателю валового выпуска  $X_t$  (или темпам его изменения  $x_t$ ).

Изложение разработанного метода определения величин  $E_t$  и  $C_t$  представлено ниже.

1. Данные о годовых темпах изменения КИМ по отдельным видам ПМ (эти данные представлены временными рядами) агрегируются в единый индикатор (или обобщающий темп изменения,  $r^{\text{КИМ}}$ ). Метод построения  $r^{\text{КИМ}}$  аналогичен методу построения так называемого «наилучшего линейного индекса», давно известному в математической теории индексов (см., в частности, [14]), и заключается в следующем.

Формируется матрица:

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} \dots q_{k1} \\ \dots \dots \dots \\ q_{1T} \dots q_{kT} \end{bmatrix},$$

где вектор-столбец  $(q_{i1}, \dots, q_{iT})$  – набор годовых темпов изменения КИМ  $i$ -го вида ПМ, относящихся к данному ВЭД;  $k$  – количество видов ПМ, относимых к данному ВЭД ( $i = 1, \dots, k$ );  $t$  – номер календарного года;  $T$  – длина временного интервала, применительно к которому имеются исходные данные (т.е.  $t = 1, \dots, T$ ).

Элементы каждого столбца матрицы  $Q$  преобразуются по методу линейного нормирования:

$$u_{it} = (q_{it} - q_i^{\min}) / (q_i^{\max} - q_i^{\min}), \quad (2)$$

где  $q_i^{\max}$ ,  $q_i^{\min}$  – соответственно максимальное и минимальное значения  $i$ -го столбца исходных данных, содержащихся в матрице  $Q$ . Переменные  $\{u_{it}\}$ , определяемые в соответствии с (2), образуют матрицу  $U$ , элементы которой принимают значения от нуля до единицы.

Далее исчисляется матрица  $U'U$  (где «'» – символ транспонирования) и находится первый собственный вектор указанной матрицы  $(v_1, \dots, v_k)$ .

Веса, с которыми временные ряды показателей темпов изменения каждого вида ПМ, участвующие в расчетах (т.е. векторы-столбцы  $(q_{i1}, \dots, q_{iT})$ ,  $i = 1, \dots, k$ ), входят в обобщающий темп изменения  $r^{\text{КИМ}}$ , определяются как:

$$w_i = v_i / (q_i^{\max} - q_i^{\min}),$$

так что для каждого момента времени  $t$

$$r_t^{\text{КИМ}} = w_1 \times q_{1t} + \dots + w_k \times q_{kt}. \quad (3)$$

<sup>2</sup> Данное утверждение, прежде всего, справедливо применительно к укрупненной номенклатуре ВЭД. Однако даже на уровне детализированных видов деятельности классификация видов ПМ, принятых в современных балансах ПМ, разрабатываемых Росстатом, взаимно однозначное соответствие какого-либо вида ПМ и вида экономической деятельности практически исключено.

Применение правила линейного нормирования в соответствии с (2) обеспечивает выполнение условия, что коэффициенты  $\{w_i\}$ , с которыми исходные переменные  $\{q_{it}\}$  входят в обобщающий темп изменения  $r_t^{\text{КИМ}}$ , будут неотрицательными (аналогично тому, как частные индексы, составляющие наилучший линейный индекс, входят в этот последний с неотрицательными весами). Это позволяет интерпретировать временной ряд показателей  $\{r_t^{\text{КИМ}}\}$  как результат осреднения временных рядов исходных данных, обеспечивающий построение индикатора, наиболее близко (в математическом смысле) воспроизводящего динамику КИМ отдельных видов ПМ, вовлеченных в расчеты.

Следует также отметить, что анализ отчетных данных о динамике КИМ позволяет заключить, что коэффициенты использования различных видов ПМ в рамках отдельно взятого ВЭД, как правило, коррелированы между собой (что обусловлено взаимосвязью стадий переработки сырья для получения конечной продукции и т.п.). Это, в свою очередь, еще более повышает представительность временного ряда  $\{r_t^{\text{КИМ}}\}$  как обобщающего индикатора, отражающего динамику уровней использования отдельных видов ПМ.

2. Для каждого ВЭД строится регрессионная модель вида:

$$x_t = a_0 + a_1 \times r_t^{\text{КИМ}} + \varepsilon_t, \quad (4)$$

где  $x_t$  – темп изменения валового выпуска данного ВЭД в  $t$ -м году ретроспективного периода;  $r_t^{\text{КИМ}}$  – обобщающий темп изменения КИМ в году  $t$ ;  $a_0, a_1$  – структурные параметры оцениваемой регрессионной модели;  $\varepsilon_t$  – статистическая погрешность.

Идентификация модели (4) (и, соответственно, исчисление параметра  $a_1$ ) в совокупности с соотношением (3) позволяет определить веса для темпов изменения коэффициентов использования  $\{q_{it}\}$  отдельных видов ПМ, с которыми указанные темпы изменения КИМ входят в регрессионное уравнение (4):

$$x_t = a_0 + (a_1 \times w_1 \times q_{1t} + \dots + a_1 \times w_k \times q_{kt}) + \varepsilon_t. \quad (5)$$

Набор весов  $(a_1 \times w_1, \dots, a_1 \times w_k)$  позволяет рассчитать среднее значение КИМ для данного ВЭД за период времени, применительно к которому идентифицируется модель типа (4).

Следует подчеркнуть в связи с этим два момента. Во-первых, в силу метода определения коэффициенты  $(v_1, \dots, v_k)$ , являются, как было указано выше, элементами собственного вектора матрицы  $U'U$ . Это означает, что  $(v_1, \dots, v_k)$ , соответственно, и коэффициенты  $\{w_i\}$  ( $i = 1, \dots, k$ ) могут быть определены лишь с точностью до постоянного множителя. Однако веса  $(a_1 \times w_1, \dots, a_1 \times w_k)$  определяются уже однозначно, поскольку изменение масштаба переменной  $r_t^{\text{КИМ}}$  будет иметь следствием и изменение масштаба структурного параметра  $a_1$  из (4), так что величина  $(a_1 \times r_t^{\text{КИМ}})$  для каждого момента времени  $t$  останется неизменной. Во-вторых, сумма весов  $(a_1 \times w_1, \dots, a_1 \times w_k)$  в общем случае не совпадает с единицей: указанная сумма может как превышать единичное значение, так и быть меньше его. Это означает, что величина КИМ на уровне ВЭД в целом не может рассматриваться как средневзвешенное значение коэффициентов использования тех видов ПМ, которые охвачены расчетами применительно к ВЭД, для которого строится модель типа (4).

3. С учетом результатов оценивания модели (4) осуществляется динамизация структурных параметров  $\{a_0, a_1\}$  (о методах построения переменных во времени оценок структурных параметров регрессионной модели см. [15; 16]), т.е. рассчитывается уравнение:

$$x_t = a_{0t} + a_{1t} \times r_t^{\text{КИМ}}, \quad (6)$$

что обеспечивает «распределение» остаточной величины  $\varepsilon_t$  из (4) между объясняющими переменными (т.е. темпом изменения  $r_t^{\text{КИМ}}$  и константой  $a_0$  за каждый год ретроспективного периода).

Временные ряды  $\{a_{1t} \times r_t^{\text{КИМ}}\}$  и  $\{a_{0t}\}$  интерпретируются как годовые темпы изменения КИМ и ПМ соответственно на уровне ВЭД в целом (т. е. в обозначениях, принятых в выражении (1),  $e_t = a_{1t} \times r_t^{\text{КИМ}}$  и  $c_t = a_{0t}$ ).

**Результаты расчетов.** Исходные показатели балансов производственных мощностей, которыми мы оперировали, представлены данными об объемах среднегодовых мощностей по отдельным их видам (которые были «разнесены» по ВЭД) и КИМ за 2001-2019 гг. Информация по валовому выпуску охватывает период 2004-2018 гг.<sup>3</sup>

Расчеты, проводившиеся в соответствии с описанными выше методическими принципами, включали виды деятельности, представленные в табл. 1<sup>4</sup>.

Таблица 1

Учтенное количество видов производственных мощностей по ВЭД  
и коэффициент детерминации модели типа (4)

ВЭД	Учтенное количество видов ПМ	Коэффициент детерминации моделей типа (4)
Добыча угля	4	0,34
Пищевая промышленность (включая напитки и табак)	20	0,35
Текстильное и швейное производство (включая производство кожи)	12	0,80
Обработка древесины и производство изделий из дерева	10	0,74
Целлюлозно-бумажное производство	9	0,60
Химическое производство, производство резиновых и пластиковых изделий (за исключением фармацевтики)	19	0,53
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	14	0,66
Черная металлургия	4	0,81
Производство машин и оборудования	28	0,82
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	7	0,48
Производство транспортных средств и оборудования	14	0,72

Источник: данные балансов производственных мощностей, расчеты авторов.

Таким образом, в 11 видах деятельности, охваченных расчетами, использована информация по 141 виду ПМ.

В табл. 1 приводятся также коэффициенты детерминации уравнений типа (4) для каждого ВЭД. Как следует из приведенных данных, на уровне отдельных ВЭД степень обусловленности динамики выпуска изменением сводного показателя КИМ может существенно различаться<sup>5</sup>. Вместе с тем, все модели типа (4) для ВЭД, представленных в табл. 1, имеют статистически значимые структурные параметры. Это позволяет говорить о правомерности использования моделей типа (4) для построения сводных показателей динамики ПМ и КИМ применительно к рассматриваемым ВЭД.

<sup>3</sup> С 2017 г. в статистическую практику Росстата внедрен новый вариант классификатора видов экономической деятельности. В силу этого временные ряды динамики выпуска по ВЭД, для которых были осуществлены расчеты, могут содержать погрешности. Кроме того, Росстат «задним числом» неоднократно изменял оценки показателей динамики физического объема выпуска. Это, безусловно, могло оказать влияние на результаты расчетов.

<sup>4</sup> В первоначальный перечень ВЭД, для которых предполагалось проводить математико-статистические расчеты, был включен также вид деятельности «Производство нефтепродуктов». Однако по результатам предварительного анализа в качестве меры уровня использования ПМ данного ВЭД был принят единственный показатель КИМ мощностей для объема нефти, поступившей на переработку.

<sup>5</sup> Для двух ВЭД («Текстильное и швейное производство (включая производство кожи)» и «Целлюлозно-бумажное производство») с целью получения удовлетворительных результатов построения регрессионных моделей использованы так называемые «фиктивные» переменные с тем, чтобы компенсировать влияние «выбросов» (значительных погрешностей в исходных данных) на результаты оценивания параметров регрессий. Для ВЭД «Текстильное и швейное производство (включая производство кожи)» – это два наблюдения зависимой переменной, т.е. темпов изменения валового выпуска, для ВЭД «Целлюлозно-бумажное производство» – три наблюдения.

Как уже было упомянуто выше, набор весов ( $a_1 \times w_1, \dots, a_1 \times w_k$ ) обеспечивает расчет средней величины КИМ для данного ВЭД ( $E^{\text{сред}}$ ) за период времени, применительно к которому идентифицируется модель типа (4):

$$E^{\text{сред}} = a_1 \times w_1 \times E_1^{\text{сред}} + \dots + a_1 \times w_k \times E_k^{\text{сред}}, \quad (7)$$

где  $E_1^{\text{сред}}, \dots, E_k^{\text{сред}}$  – средние за ретроспективный период значения КИМ для отдельных видов ПМ в рамках данного ВЭД.

По результатам идентификации модели типа (6) с переменными во времени структурными параметрами определяется базисный индекс сводного коэффициента КИМ на уровне ВЭД в целом. В совокупности с известным средним значением КИМ из (7) это обеспечивает расчет годовых значений сводного коэффициента КИМ для каждого ВЭД<sup>6</sup>.

В результате определяются взаимосвязанные динамические ряды показателей объема выпуска, ПМ и КИМ для ВЭД, применительно к которому осуществляются расчеты. Соответствующие данные представлены в табл. 2.

**Постановка задачи модельного описания взаимосвязи динамики ПМ и основных фондов (ОФ) на уровне ВЭД.** Традиционный подход к анализу динамики ПМ (как и динамики физического объема ОФ) основывается на использовании воспроизводственных характеристик ПМ: норм обновления и выбытия, а также показателей сроков службы ПМ.

Однако описанный выше инструментарий не позволяет получить годовые оценки норм обновления и выбытия на уровне ВЭД.

Но даже в случае наличия данных о вводах и выбытиях ПМ на уровне отдельно взятого ВЭД имеется следующая проблема методического характера. Как уже отмечалось ранее, данные об увеличении ПМ за счет ввода новых ПМ, реконструкции и т.п. и выбытиях ПМ за счет ветхости и износа не исчерпывают их полного изменения за год. Они связаны также с передачами ПМ, обусловленными сдачей и взятием в аренду и проч. (эти статьи баланса ПМ дополнительно содержат также и повторный счет, если они передавались в течение календарного года более одного раза).

В этих условиях представляется наиболее рациональным отказаться от традиционных методов расчета баланса ПМ на уровне отдельного ВЭД (в целом) и попытаться реализовать следующую схему.

Темп прироста ПМ данного ВЭД ( $c_t$  в терминах выражения (1)) в текущем году  $t$  должен быть описан статистической моделью, общий (примерный) вид которой:

$$c_t = f(V_t, \dots, V_{t-k}) / C_{t-1} + g(t), \quad (8)$$

где  $C_{t-1}$  – ПМ в году  $(t-1)$ ;  $V_t, \dots, V_{t-k}$  – вводы новых основных фондов за ряд предшествующих лет;  $g(t)$  – функция времени, отражающая изменение объема ПМ за счет прочих факторов. Очевидно, что функция  $f(V_t, \dots, V_{t-k})$  должна быть положительно связана с приростом ПМ. Функция  $g(t)$  может принимать как отрицательные, так и положительные значения в зависимости от динамики ПМ конкретного ВЭД.

Наиболее простой частный случай модели (8):

$$c_t = \alpha \times V_{st} / C_{t-1} + g(t), \quad (8a)$$

при  $\alpha = \text{const}$  и  $V_{st} = (V_t + V_{t-1} + \dots + V_{t-k}) / (k+1)$ , т.е. зависимости темпа изменения ПМ от среднего из лаговых значений вводов ОФ за  $(k+1)$  год. При этом в выражении (8a) параметр  $\alpha$  имеет смысл коэффициента эффективности (фондоотдачи) вновь вводимых ОФ, а  $g(t)$  – показатель, аналогичный норме выбытия ПМ в текущем году<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Подробное изложение разработанного метода определения динамики ПМ и КИМ дается в приложении.

<sup>7</sup> Наличие распределенного во времени эффекта воздействия ввода основных фондов на динамику ПМ в выражении (8) должно отразить то обстоятельство, что вводы основных фондов данного года не обязательно непосредственно определяют изменение ПМ в этом же году. Отметим также, что выражение (8), частным случаем которого является (8a), аналогично по структуре макроэкономической модели, связывающей темп изменения выпуска с динамикой инвестиций в основной капитал посредством показателя удельной эффективности инвестиций. Кроме того, если в (8) выполнено условие  $g(t) < 0$ , значения этой функции правомерно трактовать как оценку нормы выбытия ПМ.

Таблица 2

## Индексы ПМ, уровень использования ПМ, индексы валового выпуска в разрезе ВЭД

Показатель	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
А																
	Базисный индекс изменения производственных мощностей (к 2004 г.)															
Добыча угля	1,000	1,025	1,070	1,013	1,083	1,172	1,300	1,355	1,392	1,439	1,463	1,461	1,518	1,601	1,625	
Пищевая промышленность (включая напитки и табак)	1,000	1,026	1,063	1,100	1,108	1,133	1,172	1,190	1,215	1,244	1,247	1,232	1,272	1,314	1,354	
Текстильное и швейное производство (включая производство кожи)	1,000	0,867	0,873	0,881	0,893	0,734	0,756	0,777	0,793	0,829	0,851	0,865	0,899	0,956	0,990	
Обработка древесины и производство изделий из дерева	1,000	1,077	1,070	1,103	1,147	1,128	1,101	1,111	1,130	1,222	1,236	1,216	1,223	1,213	1,189	
Целлюлозно-бумажное производство	1,000	1,068	1,087	1,182	1,258	1,320	1,357	1,442	1,500	1,552	1,428	1,349	1,297	1,332	1,464	
Химическое производство, производство резиновых и пластических изделий (за исключением фармацевтики)	1,000	1,043	1,069	1,156	1,252	1,299	1,343	1,409	1,471	1,509	1,558	1,592	1,637	1,667	1,682	
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	1,000	1,124	1,195	1,310	1,417	1,507	1,534	1,586	1,766	1,701	1,751	1,573	1,565	1,707	1,801	
Черная металлургия	1,000	1,026	1,042	1,054	1,077	1,089	1,113	1,150	1,223	1,180	1,170	1,164	1,198	1,228	1,269	
Производство машин и оборудования	1,000	0,958	1,010	1,050	1,018	0,952	0,879	0,840	0,834	0,840	0,837	0,814	0,696	0,705	0,727	
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	1,000	1,121	1,198	1,193	1,215	1,200	1,179	1,199	1,288	1,255	1,295	1,164	1,090	1,058	1,132	
Производство транспортных средств и оборудования	1,000	1,000	0,985	1,048	1,055	1,106	1,189	1,398	1,514	1,556	1,686	1,749	1,707	1,635	1,619	

Продолжение табл. 2

А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Коэффициент использования мощности, %														
Добыча угля	88,9	89,0	91,7	90,6	88,7	72,6	74,1	76,5	77,5	76,5	77,1	78,7	81,4	80,1	82,2
Пищевая промышленность (включая напитки и табак)	56,0	56,7	59,0	61,5	62,0	59,9	59,1	58,3	60,0	59,9	59,8	59,6	59,7	58,9	59,2
Текстильное и швейное производство (включая производство кожи)	49,6	50,7	56,3	55,5	51,8	52,5	57,9	55,0	54,1	53,8	51,4	47,8	48,8	50,0	48,2
Обработка древесины и производство изделий из дерева	58,9	61,9	63,8	68,0	65,9	52,4	57,9	60,0	59,3	58,7	56,5	54,6	57,1	59,1	66,0
Целлюлозно-бумажное производство	62,6	61,3	63,7	72,1	65,3	61,4	61,6	62,1	63,4	59,0	61,4	65,5	72,3	73,7	74,0
Химическое производство, производство резиновых и пластмассовых изделий (за исключением фармацевтики)	77,1	76,8	75,5	75,7	75,2	68,6	74,8	78,4	76,3	77,6	76,2	79,7	82,3	82,1	85,1
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	62,1	58,9	63,9	72,1	64,1	44,9	48,9	52,1	51,5	51,9	50,8	51,5	48,3	45,8	44,4
Черная металлургия	77,8	77,1	83,2	84,7	77,0	66,2	76,1	76,8	76,8	77,1	80,1	79,3	77,2	75,4	75,0
Производство машин и оборудования	36,0	39,2	41,1	48,8	48,9	31,2	36,4	42,6	44,1	41,6	38,4	38,6	38,4	40,8	39,3
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	60,6	57,4	58,8	62,4	57,4	41,5	50,6	52,0	50,7	50,7	50,6	51,6	54,6	55,6	52,1
Производство транспортных средств и оборудования	58,2	59,6	66,8	71,6	72,4	43,3	51,0	53,7	55,4	54,5	50,1	44,4	46,0	47,9	51,4
Базисный индекс изменения валового выпуска (к 2004 г.)															
Добыча угля	1,000	1,068	1,096	1,178	1,103	1,153	1,022	1,157	1,245	1,296	1,323	1,355	1,382	1,485	1,540
Пищевая промышленность (включая напитки и табак)	1,000	1,040	1,122	1,209	1,228	1,212	1,238	1,240	1,303	1,330	1,332	1,313	1,357	1,384	1,433
Текстильное и швейное производство (включая производство кожи)	1,000	0,886	0,991	0,985	0,932	0,776	0,882	0,860	0,863	0,899	0,881	0,833	0,884	0,964	0,961

Окончание табл. 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
А															
Обработка древесины и производство изделий из дерева	1,000	1,132	1,159	1,273	1,283	1,005	1,083	1,132	1,138	1,217	1,186	1,128	1,187	1,217	1,333
Целлюлозно-бумажное производство	1,000	1,046	1,107	1,362	1,312	1,295	1,335	1,431	1,520	1,463	1,399	1,412	1,498	1,568	1,732
Химическое производство, производство резиновых и пластиковых изделий (за исключением фармацевтики)	1,000	1,038	1,047	1,136	1,221	1,156	1,303	1,434	1,456	1,519	1,540	1,647	1,747	1,776	1,857
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	1,000	1,067	1,230	1,522	1,464	1,089	1,208	1,331	1,465	1,421	1,432	1,304	1,219	1,260	1,289
Черная металлургия	1,000	1,016	1,115	1,148	1,066	0,927	1,089	1,135	1,206	1,169	1,205	1,186	1,189	1,189	1,223
Производство машин и оборудования	1,000	1,145	1,195	1,322	1,631	1,584	0,946	1,018	1,139	1,171	1,111	1,022	1,000	0,852	0,916
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	1,000	1,063	1,163	1,230	1,151	0,822	0,986	1,029	1,079	1,052	1,083	0,992	0,983	0,972	0,975
Производство транспортных средств и оборудования	1,000	1,023	1,129	1,289	1,312	0,823	1,042	1,288	1,439	1,457	1,450	1,335	1,348	1,345	1,428

Источник: расчтены автором.

Во-вторых, выбор возможной «глубины» лага, т.е. значения параметра  $k$ , ограничен, с одной стороны, наличием данных о динамике вводов ОФ и протяженностью временных рядов исходных данных о динамике ПМ – с другой стороны. Информация о динамике ПМ, как уже было отмечено, ограничена периодом с 2004 по 2018 гг.

Именно в связи с ограниченностью ретроспективных данных о динамике ПМ мы остановились на исследовании наиболее простой формы модели, т.е. модели типа (8а). При этом в процессе проведения расчетов принималось, что упомянутый параметр «глубины» лага равен четырем годам, т.е.

$$V_t^s = (V_t + V_{t-1} + V_{t-2} + V_{t-3} + V_{t-4}) / 5. \quad (9)$$

Относительно вида функции  $g(t)$  могут быть, в принципе, выдвинуты различные гипотезы в зависимости от динамики ПМ конкретного ВЭД. Однако опять же в силу ограниченности отчетных данных о динамике ПМ гипотетический вид функции  $g(t)$  должен быть принят максимально простым (т.е. иметь минимальное число оцениваемых параметров).

В целом по итогам проведенных расчетов можно констатировать, что оценивание модели (8а) при условии (9) и задании различных вариантов функции  $g(t)$  не дает определенных результатов: статистические характеристики структурных параметров оцениваемых моделей и, прежде всего, параметра  $\alpha$ , оказываются неустойчивыми. С учетом сказанного представляется необходимым найти устойчивый (в плане статистических выводов) метод идентификации параметра эффективности вводов ОФ (т.е. коэффициента  $\alpha$ ) модели типа (8а).

Очевидно, в основе любой статистической модели (в том числе (8)), описывающей количественную зависимость динамики ПМ и вложений в ОФ, лежит (в явном или неявном виде) связь объемов функционирующих в экономике ПМ и ОФ, поскольку оба показателя представляют собой различные характеристики производственного потенциала экономики или ее отдельных подразделений. Как будет показано далее, сопоставление ретроспективных показателей ПМ и ОФ (на уровне отдельных ВЭД) позволяет решить проблему идентификации модели типа (8).

В табл. 3 представлены данные о динамике фондоотдачи ПМ в разрезе отдельных ВЭД.

Как следует из данных табл. 3, динамика фондоотдачи ПМ ВЭД в плане математического описания носит разнообразный характер: линейный, логарифмический и синусоидный. При этом в абсолютном большинстве производств наблюдается ее падение. Медленными темпами (в сравнении с темпами других ВЭД) фондоотдача снижается в целлюлозно-бумажной промышленности, добыче угля и черной металлургии (за весь период средний темп снижения составляет 4-7 проц. п.). Самое резкое и постоянное падение уровня фондоотдачи (на 70 проц. п. в 2018 г. по сравнению с 2004 г.) наблюдается в нефтеперерабатывающей промышленности (ВЭД «Производство нефтепродуктов»).

Это приводит к предположению, что отдельные элементы производственных фондов рассматриваемых ВЭД неравнозначны с точки зрения уровня их эффективности. Здесь имеется в виду, что производственный аппарат, функционирующий в экономике в каждый данный момент времени, представляет собой конгломерат объектов (предприятий), введенных в действие в различные периоды времени; соответственно, в общем случае различаются и масштабы технической модернизации, произведенных ремонтов и т.п. каждого из этих объектов.

Таблица 3

## Динамика фондоотдачи производственных мощностей (2004 г.=1)

ВЭД	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Добыча угля	1,00	1,02	0,93	0,93	0,94	0,98	0,98	0,95	0,91	0,87	0,85	0,89	0,89	0,84
Производство нефтепродуктов	0,95	0,89	0,86	0,84	0,78	0,72	0,63	0,56	0,49	0,42	0,37	0,35	0,33	0,30
Пищевая промышленность (включая напитки и табак)	0,98	0,97	0,95	0,90	0,88	0,88	0,85	0,83	0,83	0,80	0,77	0,78	0,78	0,76
Текстильное и швейное производство (включая производство кожи)	0,85	0,84	0,83	0,82	0,66	0,66	0,66	0,66	0,68	0,68	0,68	0,69	0,70	0,66
Обработка древесины и производ- ство изделий из дерева	0,98	0,90	0,86	0,83	0,77	0,72	0,69	0,67	0,71	0,70	0,66	0,64	0,60	0,54
Целлюлозно-бумажное производство	1,05	1,05	1,11	1,15	1,17	1,18	1,22	1,24	1,25	1,11	1,03	0,98	0,98	1,01
Химическое производство, произ- водство резиновых и пластико- вых изделий (за исключением фармацевтики)	1,02	1,02	1,05	1,10	1,10	1,10	1,12	1,13	1,13	1,14	1,15	1,15	1,12	1,08
Производство прочих металличе- ских минеральных продуктов	1,11	1,14	1,20	1,23	1,23	1,20	1,19	1,26	1,15	1,11	0,95	0,92	0,98	1,00
Черная металлургия	1,01	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96	0,97	1,01	0,97	0,94	0,92	0,94	0,95	0,97
Производство машин и оборудова- ния	0,94	0,98	1,00	0,95	0,86	0,77	0,71	0,69	0,67	0,63	0,59	0,49	0,47	0,46
Производство электрооборудова- ния, электронного и оптиче- ского оборудования	1,12	1,18	1,17	1,17	1,14	1,10	1,10	1,17	1,12	1,14	1,00	0,92	0,89	0,95
Производство транспортных средств и оборудования	0,98	0,95	1,00	0,99	1,02	1,06	1,21	1,28	1,28	1,34	1,37	1,33	1,24	1,17

Источник: расчеты авторов.

В терминах сложившейся статистической практики учета как способа количественного описания наличного производственного аппарата правомерно говорить о том, что функционирующий в экономике основной капитал (основные фонды) образован инвестициями (капиталовложениями), произведенными в разные сроки и, следовательно, несущими на себе «отпечаток» технического уровня своего времени.

В связи со сказанным явное количественное выражение результатов внедрения в производство достижений научно-технического прогресса самым тесным образом связано с учетом дифференциации коэффициентов фондоотдачи применительно к отдельным частям производственного аппарата<sup>8</sup>. С точки зрения анализа потенциала роста производства в средне- и долгосрочной перспективе данный фактор имеет принципиально важное значение.

**Количественная оценка дифференциации уровня фондоотдачи различных поколений ПМ в ретроспективном периоде.** Исходным пунктом дальнейших построений является разделение годовых значений объема основных фондов  $K_t$ , функционирующих в исследуемых ВЭД, на «новые» и «старые» ОФ ( $K_{nt}$  и  $K_{ct}$  соответственно). Объем «новых» основных фондов для каждого года  $t$  ( $t=2004-2018$  гг.) изучаемого периода времени определялся по формуле:

$$K_{nt}^H = \sum_{\tau=1999}^{t-1} V_{\tau},$$

где  $V_t$  – ввод основных фондов в году  $t$ . Таким образом, применительно к данному случаю объем «новых» основных фондов для каждого года рассматриваемого периода времени представляет собой накопленную сумму вводов основных фондов начиная с 1999 г.<sup>9</sup>

Соответственно, объем «старых» ОФ определяется остатком:

$$K_{ct}^C = K_t - K_{nt}^H.$$

С учетом сказанного выше общая по виду экономической деятельности ПМ (т.е. объем потенциально возможного выпуска ( $C_t$ )), будет линейной комбинацией вида:

$$C_t = a_t^H \times K_{nt}^H + a_t^C \times K_{ct}^C, \quad (10)$$

где  $a_t^H$ ,  $a_t^C$  – коэффициенты фондоотдачи «новых» и «старых» ПМ соответственно. Очевидно, что в общем случае указанные коэффициенты будут переменными во времени.

Перейдем от выражения (10) к соотношению

$$C_t = a^H \times K_{nt}^H + a^C \times K_{ct}^C + \varepsilon_t, \quad (11)$$

в котором коэффициенты  $a^H$ ,  $a^C$  рассматриваются как постоянные за ретроспективный период, а  $\varepsilon_t$  аккумулирует в себе эффект изменчивости во времени коэффициентов фондоотдачи «новых» и «старых» ПМ. Рассматривая  $\varepsilon_t$  как статистическую погрешность, правомерно интерпретировать (11) как регрессионную модель, которая должна быть верифицирована на имеющихся статистических данных.

Модель типа (11) позволяет получить для большинства рассматриваемых здесь ВЭД устойчивые и корректные в экономическом отношении оценки коэффициентов  $a^H$  и  $a^{C10}$ .

<sup>8</sup> Следует отметить, что необходимость явного отражения в макроэкономических моделях неоднородности основного капитала, функционирующего в национальной экономике, была осознана экономистами уже достаточно давно – в конце 50-х-начале 60-х годов прошлого века. Макроэкономические модели такого типа известны как модели «овеществленного технического прогресса» или «технического прогресса, материализованного в инвестициях».

<sup>9</sup> В силу особенностей существующей статистики основных фондов не представляется корректным «вменение» какой-либо части объема выпуска продукции данного года объему ввода основных фондов за этот же год. В связи с этим схема расчета «новых» основных фондов, принятая здесь, предполагает, что «новые» фонды начального года рассматриваемого периода времени отождествляются с суммарным вводом фондов за предшествующие пять лет.

<sup>10</sup> Для таких ВЭД, как «Производство нефтепродуктов», «Производство машин и оборудования», была использована специальная модификация метода оценивания модели типа (11), основанная на задании ограничений на область нахождения параметра  $a^H$ , что обеспечивает генерирование экономически интерпретируемых оценок данного параметра [17].

В табл. 4 приводятся полученные по результатам расчетов соотношения коэффициентов фондоотдачи «новых» и «старых» ПМ, а также соотношения коэффициентов фондоотдачи «новых» ПМ и средних коэффициентов фондоотдачи за 2004-2018 гг. Как следует из приведенных данных, уровень эффективности использования ОФ различных поколений, как правило, существенно различается. При этом лишь в двух ВЭД («Химическое производство, производство резиновых и пластиковых изделий» и «Производство транспортных средств и оборудования») на протяжении ретроспективного периода уровень эффективности вновь вводимых ОФ превышал уровень эффективности ПМ на начало периода.

Таблица 4

Сравнительная характеристика эффективности использования «новых» и «старых» ОФ\*

ВЭД	$a^h/a^c$	$a^h/a^{срел}$
Добыча угля	0,762	0,886
Производство нефтепродуктов	0,233	0,466
Пищевая промышленность (включая напитки и табак)	0,501	0,695
Текстильное и швейное производство (включая производство кожи)	0,270	0,375
Обработка древесины и производство изделий из дерева	0,243	0,478
Целлюлозно-бумажное производство	0,789	0,843
Химическое производство, производство резиновых и пластиковых изделий (за исключением фармацевтики)	1,223	1,134
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	0,634	0,739
Черная металлургия	0,825	0,870
Производство машин и оборудования	0,306	0,449
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	0,455	0,526
Производство транспортных средств и оборудования	1,989	1,541

\*  $a^h/a^c$  – соотношение фондоотдачи «новых» и «старых» ОФ;  $a^h/a^{срел}$  – отношение фондоотдачи «новых» ОФ к среднему значению фондоотдачи за 2004-2018 гг.

Источник: расчеты авторов.

**Идентификация моделей типа (8).** Оценки параметров  $a^h$  моделей (11) для рассматриваемых ВЭД служат основой для идентификации моделей типа (8), связывающих темпы изменения ПМ и динамику вводов новых ОФ. А именно, параметр  $\alpha$  модели типа (8а) для каждого из анализируемых ВЭД принимается равным параметру  $a^h$ , полученному по результатам оценивания модели типа (11). Соответственно, ретроспективные значения функции  $g(t)$  определяются как остаток (при известных значениях  $c_t$  и  $d_t = a^h V_t^s$ ):

$$g(t) = c_t - d_t.$$

Ретроспективные значения  $c_t$ ,  $d_t$ , и  $g(t)$  представлены в табл. 5.

Необходимо отметить сильную колеблемость  $g(t)$  для некоторых ВЭД. Это следует считать закономерным, поскольку в силу способа расчета  $g(t)$  заведомо должна аккумулировать в своей динамике как регулярную составляющую (если таковая имеет место), так и случайную компоненту. В среднем же за рассматриваемый период времени «инвестиционная» составляющая темпов изменения ПМ (с которой мы в данном случае отождествляем величины  $\{dt\}$ ), как правило, играет наибольшую роль в формировании уровня темпов изменения ПМ (табл. 5). При этом только в двух ВЭД («Целлюлозно-бумажное производство» и «Производство прочих неметаллических минеральных продуктов») среднее за ретроспективный период значение функции-остатка положительно. Для ВЭД «Производство машин и оборудования» характерно доминирование компоненты  $g(t)$  в формировании динамики ПМ в ретроспективном периоде, причем данная компонента оказывала отрицательное воздействие на динамику мощностей в этом виде деятельности.

Таблица 5

Погодовые темпы изменения ПМ и их компонент за 2005-2018 гг.

ВЭД	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средние значения за 2005-2018 гг.
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$c_t$	0,0243	0,0432	-0,0545	0,0665	0,0791	0,1035	0,0419	0,0265	0,0331	0,0165	-0,0010	0,0383	0,0530	0,0150	0,0347
$d_t$	0,0437	0,0429	0,0384	0,0389	0,0386	0,0418	0,0455	0,0498	0,0533	0,0580	0,0632	0,0655	0,0629	0,0591	0,0501
$g(t)$	-0,0194	0,0003	-0,0928	0,0277	0,0405	0,0617	-0,0037	-0,0233	-0,0202	-0,0415	-0,0642	-0,0272	-0,0099	-0,0441	-0,0154
$c_t$	0,0157	0,0173	0,0234	0,0312	-0,0062	-0,0167	-0,0197	0,0243	0,0098	0,0275	0,0266	0,0449	0,0446	-0,0164	0,0147
$d_t$	0,0062	0,0073	0,0089	0,0104	0,0111	0,0115	0,0124	0,0137	0,0160	0,0208	0,0268	0,0349	0,0412	0,0442	0,0190
$g(t)$	0,0096	0,0100	0,0144	0,0207	-0,0173	-0,0281	-0,0321	0,0106	-0,0062	0,0067	-0,0002	0,0100	0,0034	-0,0606	-0,0042
$c_t$	0,0255	0,0360	0,0342	0,0066	0,0223	0,0342	0,0149	0,0211	0,0233	0,0027	-0,0122	0,0323	0,0325	0,0297	0,0216
$d_t$	0,0528	0,0346	0,0349	0,0353	0,0372	0,0380	0,0369	0,0366	0,0366	0,0353	0,0335	0,0335	0,0318	0,0285	0,0347
$g(t)$	-0,0074	0,0014	-0,0007	-0,0287	-0,0149	-0,0039	-0,0220	-0,0156	-0,0133	-0,0327	-0,0457	-0,0011	0,0007	0,0012	-0,0130
$c_t$	-0,1425	0,0065	0,0097	0,0136	-0,1967	0,0298	0,0269	0,0208	0,0448	0,0252	0,0166	0,0382	0,0623	0,0341	-0,0007
$d_t$	0,0096	0,0120	0,0122	0,0119	0,0120	0,0152	0,0151	0,0150	0,0146	0,0132	0,0117	0,0110	0,0108	0,0099	0,0124
$g(t)$	-0,1521	-0,0055	-0,0025	0,0017	-0,2087	0,0146	0,0118	0,0058	0,0302	0,0120	0,0049	0,0273	0,0515	0,0242	-0,0132
$c_t$	0,0746	-0,0067	0,0301	0,0391	-0,0166	-0,0240	0,0084	0,0177	0,0780	0,0110	-0,0159	0,0059	-0,0082	-0,0202	0,0124
$d_t$	0,0224	0,0226	0,0245	0,0257	0,0272	0,0297	0,0302	0,0284	0,0270	0,0232	0,0194	0,0177	0,0171	0,0167	0,0237
$g(t)$	0,0522	-0,0293	0,0056	0,0134	-0,0438	-0,0537	-0,0219	-0,0106	0,0510	-0,0122	-0,0353	-0,0118	-0,0253	-0,0370	-0,0113
$c_t$	0,0662	0,0172	0,0838	0,0619	0,0484	0,0280	0,0608	0,0393	0,0338	-0,0834	-0,0567	-0,0389	0,0264	0,0947	0,0272
$d_t$	0,0170	0,0182	0,0191	0,0176	0,0169	0,0171	0,0170	0,0164	0,0168	0,0165	0,0171	0,0173	0,0177	0,0161	0,0172
$g(t)$	0,0493	-0,0010	0,0647	0,0443	0,0315	0,0109	0,0438	0,0229	0,0169	-0,0998	-0,0738	-0,0562	0,0086	0,0785	0,0100
$c_t$	0,0417	0,0248	0,0786	0,0793	0,0370	0,0332	0,0483	0,0430	0,0255	0,0322	0,0216	0,0275	0,0184	0,0087	0,0371
$d_t$	0,0274	0,0289	0,0315	0,0334	0,0374	0,0423	0,0447	0,0450	0,0443	0,0435	0,0427	0,0423	0,0431	0,0452	0,0394
$g(t)$	0,0143	-0,0040	0,0471	0,0460	-0,0004	-0,0091	0,0036	-0,0020	-0,0188	-0,0113	-0,0211	-0,0148	-0,0247	-0,0366	-0,0023

Добыча угля

Производство нефтепродуктов

Пищевая промышленность (включая напитки и табак)

Текстильное и швейное производство (включая производство кожи)

Обработка древесины и производство изделий из дерева

Целлюлозно-бумажное производство

Химическое производство, производство резиновых и пластмассовых изделий (за исключением фармацевтики)

Продолжение табл. 5

Λ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов															
$c_t$	0,1170	0,0611	0,0917	0,0788	0,0612	0,0183	0,0331	0,1075	-0,0373	0,0288	-0,1074	-0,0046	0,0866	0,0537	0,0420
$d_t$	0,0158	0,0152	0,0166	0,0188	0,0223	0,0275	0,0326	0,0348	0,0330	0,0358	0,0371	0,0448	0,0458	0,0389	0,0299
$g(t)$	0,1012	0,0459	0,0751	0,0601	0,0389	-0,0092	0,0004	0,0726	-0,0703	-0,0070	-0,1445	-0,0494	0,0408	0,0148	0,0121
Черная металлургия															
$c_t$	0,0252	0,0164	0,0114	0,0209	0,0115	0,0220	0,0324	0,0614	-0,0361	-0,0077	-0,0053	0,0289	0,0241	0,0334	0,0170
$d_t$	0,0177	0,0189	0,0207	0,0251	0,0281	0,0298	0,0316	0,0307	0,0255	0,0226	0,0205	0,0195	0,0181	0,0166	0,0177
$g(t)$	0,0075	-0,0026	-0,0093	-0,0042	-0,0166	-0,0078	0,0008	0,0306	-0,0617	-0,0304	-0,0258	0,0094	0,0060	0,0168	0,0075
Производство машин и оборудования															
$c_t$	-0,0427	0,0528	0,0388	-0,0308	-0,0678	-0,0793	-0,0454	-0,0071	0,0073	-0,0035	-0,0283	-0,1563	0,0129	0,0302	-0,0228
$d_t$	0,0094	0,0106	0,0105	0,0104	0,0112	0,0125	0,0140	0,0157	0,0168	0,0171	0,0186	0,0222	0,0287	0,0299	0,0163
$g(t)$	-0,0521	0,0422	0,0283	-0,0411	-0,0790	-0,0918	-0,0594	-0,0228	-0,0095	-0,0206	-0,0470	-0,1785	-0,0158	0,0004	-0,0390
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования															
$c_t$	0,1142	0,0667	-0,0048	0,0184	-0,0123	-0,0171	0,0164	0,0716	-0,0256	0,0312	-0,1064	-0,0659	-0,0297	0,0675	0,0089
$d_t$	0,0100	0,0097	0,0097	0,0102	0,0106	0,0116	0,0126	0,0126	0,0119	0,0125	0,0118	0,0134	0,0158	0,0171	0,0121
$g(t)$	0,1042	0,0570	-0,0145	0,0081	-0,0229	-0,0287	0,0039	0,0590	-0,0376	0,0187	-0,1182	-0,0792	-0,0456	0,0503	-0,0032
Производство транспортных средств и оборудования															
$c_t$	-0,0005	-0,0151	0,0627	0,0066	0,0471	0,0726	0,1617	0,0794	0,0279	0,0798	0,0369	-0,0242	-0,0431	-0,0099	0,0344
$d_t$	0,0358	0,0386	0,0426	0,0426	0,0438	0,0436	0,0432	0,0407	0,0411	0,0441	0,0457	0,0482	0,0520	0,0568	0,0442
$g(t)$	-0,0362	-0,0538	0,0200	-0,0360	0,0033	0,0290	0,1185	0,0387	-0,0132	0,0358	-0,0088	-0,0724	-0,0952	-0,0668	-0,0098

Источник: расчеты авторов.

В заключение необходимо отметить, что математико-статистические методы, примененные при идентификации моделей, связывающих темпы изменения ПМ с динамикой вводов ОФ, могут быть модифицированы – как с целью уточнения вида функции-остатка  $g(t)$ , так и с целью определения более точного вида связи годовых темпов изменения ПМ с динамикой вводов ОФ (в частности, характера распределения во времени воздействия вводов ОФ разных лет на динамику ПМ и т.п.). Вместе с тем, реализованный на данном этапе исследований подход к количественной оценке взаимосвязи динамики ПМ и ОФ выступает основой для последующего совершенствования примененного здесь математико-статистического инструментария.

### Литература / References

1. Суворов Н.В., Рутковская Е.А., Балашова Е.Е., Максимцова С.И., Трещина С.В., Белецкий Ю.В. Вопросы оценки динамики основных фондов в российской экономике // Проблемы прогнозирования. 2022. № 4. С. 18-32. [Suvorov N.V., Rutkovskaya E.A., Balashova E.E., Maksimtsova S.I., Treshchina S.V., Beletsky Y.V. Voprosi otsenki dinamiki osnovnykh fondov v rossiiskoi ekonomike // Problemy prognozirovaniya. 2022. No. 4. Pp. 18-32. (In Russ.).]
2. Кваша Я.Б. Избранные труды. Т. 1. М.: Наука, 2003. 571 с. [Kvasha Ya.B. Izbrannie trudi. T. 1. M.: Nauka, 2003. 571 p. (In Russ.).]
3. Гладышевский А.И. Прогнозирование воспроизводственных процессов в экономике (инвестиционный аспект). М.: МАКС Пресс, 2004. 392 с. [Gladishevsky A.I. Prognozirovanie vosproizvodstvennykh processov v ekonomike (investitsionnyi aspekt). M.: MAKS Press, 2004. 392 p. (In Russ.).]
4. Водянов А. Промышленные мощности: состояние и использование // Экономист. 1999. № 9. С. 38-44. [Vodyanov A. Promishlennye moshchnosti: sostoyanie i ispolzovanie // Ekonomist. 1999. No. 9. Pp. 38-44. (In Russ.).]
5. Водянов А., Гаврилова О., Маришова Т. Производственные мощности российской промышленности в контексте задач экономического роста // Российский экономический журнал. 2006. № 2. С. 3-22. [Vodyanov A., Gavrilova O., Marshova T. Proizvodstvennye moshchnosti rossiiskoi promishlennosti v kontekste zadach ekonomicheskogo rosta // Rossiiskii ekonomicheskii zhurnal. 2006. No. 2. Pp. 3-22. (In Russ.).]
6. Замараев Б., Маришова Т. Производственные мощности российской промышленности: потенциал импортозамещения и экономического роста // Вопросы статистики. 2015. № 6. С. 5-24. [Zamaraev B., Marshova T. Proizvodstvennye moshchnosti rossiiskoi promishlennosti: potencial importozameshcheniya i ekonomicheskogo rosta // Voprosi statistiki. 2015. No. 6. Pp. 5-24. (In Russ.).]
7. Галимов Д.И., Гнидченко А.А., Михеева О.М., Рыбалка А.И., Сальников В.А. Производственные мощности обрабатывающей промышленности России: важнейшие тенденции и структурные характеристики // Вопросы экономики. 2017. № 5. С. 60-88. [Galimov D.I., Gnidchenko A.A., Mikheeva O.M., Ribalka A.I., Salnikov V.A. Proizvodstvennye moshchnosti obrabativayushchei promishlennosti Rossii: vazhneiie tendencii i strukturnie kharakteristiki // Voprosi ekonomiki. 2017. No. 5. Pp. 60-88. (In Russ.).]
8. Reddy Y.K. Production Efficiency of Indian Cement Industry // International Journal of Management (IJM). 2020. T. 11. No. 11. Pp. 2731-2737.
9. Cheng Z. et al. The Effect of Environmental Regulation on Capacity Utilization in China's Manufacturing Industry // Environmental Science and Pollution Research. 2020. T. 27. No. 13. Pp. 14807-14817.
10. Dieppe A. (ed.). Global Productivity: Trends, Drivers, and Policies. World Bank Publications, 2021. 460 p.
11. Comin D. et al. A New Measure of Utilization-Adjusted Total Factor Productivity Growth for European Countries. 2018. Mimeo.
12. Gantert K. The Impact of Active Aggregate Demand on Utilization-Adjusted TFP // Halle Institute for Economic Research (IWH). 2022. No. 9.
13. Nikiforos M. Notes on the Accumulation and Utilization of Capital: Some Theoretical Issues // Levy Economics Institute, Working Papers. 2020. No. 952.
14. Аллен Р. Экономические индексы. М.: Финансы и статистика, 1980. 256 с. [Allen R. Economicheskie Indeksi. M.: Finansi i Statistika, 1980. 256 p. (In Russ.).]
15. Суворов Н.В. Развитие методов исследования статистических зависимостей: регрессионные модели с переменными структурными параметрами // Вопросы статистики. 2018. № 6. С. 3-15. [Suvorov N.V. Razvitie metodov issledovaniya statisticheskikh zavisimostei: regressiionnye modeli s peremennimi strukturnimi parametrami // Voprosi statistiki. 2018. No. 6. Pp.3-15. (In Russ.).]
16. Суворов Н.В., Трещина С.В. Измерение динамики межотраслевых связей на основе эконометрического метода // Вопросы статистики. 2019. № 12. С. 15-26. [Suvorov N.V., Treshchina S.V. Izmerenie dinamiki mezhotraslevykh svyazei na osnove ekonometricheskogo metoda // Voprosi statistiki. 2019. No. 12. Pp. 15-26 (In Russ.).]
17. Суворов Н.В. Верификация эконометрической модели с учетом априорных ограничений на структурные параметры // Вопросы статистики. 2016. № 11. С. 53-66. [Suvorov N.V. Verifikatsiya ekonometricheskoi modeli s uchetom apriornih ograniichenii na strukturnie parametri // Voprosi statistiki. 2016. No. 11. Pp. 53-66. (In Russ.).]

## Приложение

В качестве иллюстрации рассмотрим более подробно результаты оценивания моделей (4) и (6) для ВЭД «Обработка древесины и производство изделий из дерева».

Идентифицированная модель (4) для данного ВЭД имеет вид (в скобках под значениями оценок структурных параметров указаны их стандартные ошибки):

$$x_t = 0,0124 + 0,1663 \times r_t^{\text{КИМ}} + \varepsilon_t \quad (\text{П1})$$

(0,0128) (0,0284)

С точки зрения традиционных математико-статистических критериев данная модель может быть признана удовлетворительной, поскольку коэффициент детерминации для модели составляет 0,74 (см. табл. 1), а структурный параметр при объясняющей переменной  $r_t^{\text{КИМ}}$  характеризуется малой стандартной ошибкой. Наличие относительно большой стандартной ошибки при свободном члене модели (П1) в данном конкретном случае отражает лишь тот факт, что колебания темпов изменения выпуска, не связанные с динамикой КИМ, достаточно значительны.

Следует еще раз отметить, что оценка элементов временного ряда  $\{r_t^{\text{КИМ}}\}$  возможна лишь с точностью до постоянного множителя. В связи с этим обстоятельством применительно к модели (П1) имеет смысл лишь обсуждение значимости переменной  $0,1663 \times r_t^{\text{КИМ}}$  в качестве фактора, определяющего (частично) динамику объясняемой переменной (т.е. в данном случае – темпа изменения валового выпуска  $x_t$ ). При этом именно переменная  $0,1663 \times r_t^{\text{КИМ}}$  и является темпом изменения КИМ на уровне ВЭД в целом.

Исходя из результатов оценивания модели (П1) определяются усредненные значения весов, связывающие темпы изменения отдельных видов ПМ, относящихся к данному ВЭД, в единый обобщающий темп изменения степени использования ПМ для данного ВЭД. Эти значения представлены в табл. П1. В этой же таблице представлены средние за 2004-2018 гг. значения КИМ отдельных видов ПМ, относящихся к рассматриваемому ВЭД, а также среднее за период значение КИМ на уровне ВЭД в целом.

Таблица П1

Оценки весов и средние значения КИМ для отдельных видов ПМ

Вид ПМ	Оценка весов	Среднее значение КИМ
Пиломатериалы	0,1262	0,4905
Щепа технологическая	0,2210	0,6350
Фанера клееная, состоящая только из листов древесины	0,1468	0,8505
Плиты древесностружечные и аналогичные плиты из древесины и других одревесневших материалов	0,1001	0,8095
Плиты древесноволокнистые из древесины или других одревесневших материалов	0,1358	0,7939
Блоки оконные	0,0855	0,3200
Блоки дверные	0,0790	0,5000
Паркет щитовой деревянный прочий	0,0300	0,4614
Конструкции деревянные строительные и изделия	0,0287	0,4332
Дома деревянные заводского изготовления (дома стандартные)	0,0289	0,2457
<i>Справочно:</i>		
Сумма весов	0,9822	-
Среднее значение КИМ для ВЭД «Обработка древесины и производство изделий из дерева» в целом	-	0,6025

Задача генерирования переменных во времени значений структурных параметров модели (П1) формализуется следующим образом.

Во-первых, для каждого года ретроспективного периода формируются соотношения, связывающие годовые темпы изменения выпуска с объясняющими переменными модели (П1), в виде:

$$x_t = \gamma_{0t} \times 0,0124 + \gamma_{1t} \times (0,1663 \times r_t^{\text{КИМ}}) + \varepsilon_t, \quad (\text{П2})$$

где  $\gamma_{0t}, \gamma_{1t}$  – поправочные коэффициенты (переменные во времени), призванные обеспечить уточнение модели (П1) (в смысле максимально возможного совпадения левой и правой частей уравнения (П1)).

Во-вторых, формируются ограничения на динамику искомых параметров  $\gamma_{0t}, \gamma_{1t}$  в виде:

$$\gamma_{0t} - \gamma_{0t-1} = \delta_{0t}, \quad \gamma_{1t} - \gamma_{1t-1} = \delta_{1t}, \quad (\text{П3})$$

где  $\{\delta_{0t}, \delta_{1t}\}$  – стохастические компоненты, аналогичные  $\{\varepsilon_t\}$  из (П2).

В-третьих, устанавливается условие, что средние величины временных рядов искомых параметров  $\{\gamma_{0t}, \gamma_{1t}\}$  для периода 2005-2018 гг. (т.е. для периода, применительно к которому осуществлялось оценивание модели (П1)) равны единичным значениям:

$$1 = \left( \sum_t \gamma_{0t} \right) / 14, \quad 1 = \left( \sum_t \gamma_{1t} \right) / 14. \quad (\text{П4})$$

В силу того, что отдельные группы стохастических компонент  $\{\varepsilon_t\}, \{\delta_{0t}, \delta_{1t}\}$  в общем случае имеют различную размерность, оценивание модели, представленной соотношениями (П2) – (П4), должно осуществляться при помощи взвешенного (или обобщенного) метода наименьших квадратов или аналогичных методов.

В соответствии со сказанным нахождение коэффициентов  $\gamma_{0t}, \gamma_{1t}$  должно осуществляться на основе минимизации функционала вида:

$$\sum_t \varepsilon_t^2 + \mu_0 \sum_t \delta_{0t}^2 + \mu_1 \sum_t \delta_{1t}^2 \quad (\text{П5})$$

при ограничениях в форме равенств (П4), где  $\mu_0, \mu_1$  – экзогенно задаваемые параметры вычислительного метода. Эти параметры, как показано в [3; 4], связаны между собой; их соотношение определяется исходя из специфики решаемой задачи.

В данном конкретном случае функционал (П5) представим в виде:

$$\sum_t \varepsilon_t^2 + \mu \left[ (1 / s^2_0) \sum_t \delta_{0t}^2 + 1 / (s^2_1) \sum_t \delta_{1t}^2 \right], \quad (\text{П6})$$

где  $s^2_0 = (0,0128)^2, s^2_1 = (0,0284)^2$  (т.е. это в квадрате стандартные ошибки соответствующих структурных параметров модели (П1)).

Таким образом, слагаемые  $\sum_t \delta_{0t}^2$  и  $\sum_t \delta_{1t}^2$  соизмеряются между собой дисперсиями параметров модели (П1), а их соизмерение со слагаемым  $\sum_t \varepsilon_t^2$  осуществляется при помощи экзогенно задаваемого параметра метода  $\mu$ .

В рамках рассматриваемой задачи нахождение значений поправочных коэффициентов  $\{\gamma_{0t}, \gamma_{1t}\}$  осуществляется следующим образом:

1) Задается некоторое начальное приближение параметра метода  $\mu(0)$ ; далее на основе минимизации (П6) находят значения начального приближения для искомых параметров  $\{\gamma(0)_{0t}, \gamma(0)_{1t}\}$ .

2) Значение параметра метода  $\mu$  последовательно уменьшается до тех пор, пока значения искомых параметров для соседних итераций  $\{\gamma(n)_{0t}, \gamma(n)_{1t}\}$  и  $\{\gamma(n+1)_{0t}, \gamma(n+1)_{1t}\}$  не станут совпадать между собой.

Стабилизация рассчитываемых оценок поправочных коэффициентов и является признаком нахождения решения рассматриваемой задачи. При этом верхняя и нижняя границы диапазона значений параметра метода  $\mu$ , соответствующего области стабильности получаемого решения, могут различаться на несколько порядков, а соотношения типа

(П2) выполняются практически точно (см. [4; 5]). В табл. П2 представлены погодные оценки поправочных коэффициентов для рассматриваемого ВЭД.

Таблица П2

Поправочные коэффициенты для модели (П2)

Год	$\gamma_{0t}$	$\gamma_{1t}$
2005	6,0350	1,2335
2006	-0,5432	0,5732
2007	2,4338	0,8984
2008	3,1601	0,6941
2009	-1,3430	1,1917
2010	-1,9389	0,7112
2011	0,6774	0,8084
2012	1,4344	0,6293
2013	6,3111	0,3819
2014	0,8874	0,8811
2015	-1,2892	1,2609
2016	0,4749	1,5393
2017	-0,6652	1,5835
2018	-1,6346	1,6136

Специально отметим, что, по результатам расчетов, оценки поправочных коэффициентов в отдельные годы оказываются отрицательными. Это обстоятельство, однако, не меняет того, что средние значения временных рядов, представленных в табл. П2, равны единице, как следует из ограничений (П4).



Статья поступила 16.05.2022. Статья принята к публикации 01.06.2022

**Для цитирования:** Н.В. Суворов, С.И. Максимцова, Е.Е. Балашова, Е.А. Рутковская, С.В. Трещина, Ю.В. Белецкий. Методические вопросы и количественные результаты оценки ретроспективной динамики производственных мощностей во взаимосвязи с динамикой основных фондов // Проблемы прогнозирования. 2022. № 6(195). С. 38-57.  
DOI: 10.47711/0868-6351-195-38-57.

## Summary

### METHODOLOGICAL ISSUES AND QUANTITATIVE RESULTS OF ESTIMATING THE RETROSPECTIVE DYNAMICS OF PRODUCTION CAPACITIES IN RELATIONSHIP WITH THE DYNAMICS OF FIXED ASSETS

**N.V. SUVOROV**, Doct. Sci. (Econ.), Professor, Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
ORCID ID 0000-0001-6000-1177

**S.I. MAKSIMTSOVA**, Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**E.E. BALASHOVA**, Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**E.A. RUTKOVSKAYA**, Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**S.V. TRESHCHINA**, Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
ORCID ID 0000-0001-5761-9099

**Yu.V. BELETSKY**, Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Abstract:** The article summarizes the study aimed at a quantitative description of the retrospective dynamics in production capacities and fixed assets broken down into types of economic activity, as well as at estimating the relationship between these indicators in the domestic economy. A solution to the problem of transforming data on individual types of products from the balances of production capacities developed by Rosstat into summary indicators of the dynamics in production capacities and their utilization rates at the level of individual types of activity is proposed. Based on data on the dynamics of several industries in the mining and manufacturing sectors, mathematical and statistical models have been identified that provide an assessment of the relationship between the dynamics of production capacities and fixed assets in the context of activity types.

**Keywords:** production capacities, fixed assets, type of economic activity, best linear index, statistical model.

Received 16.05.2022; Accepted 01.06.2022

**For citation:** *N.V. Suvorov, S.I. Maksimtsova, E.E. Balashova, E.A. Rutkovskaya, S.V. Treshchina, and Yu.V. Beletsky. Methodological Issues and Quantitative Results of Estimating the Retrospective Dynamics of Production Capacities in Relationship with the Dynamics of Fixed Assets // Studies on Russian Economic Development. 2022. Vol. 33. No. 6. Pp. 605-616. DOI: 10.1134/S1075700722060132.*