

Оценка эффективности производства российских промышленных предприятий

В статье темпы роста совокупной производительности факторов производства (СПФ) для российских промышленных предприятий за 1995–2004 годы определены тремя различными методами — непараметрическим и основанными на оценках транслогарифмической и стохастической производственных функций.

Оценка СПФ на основе стохастической производственной функции позволяет разложить ее динамику на изменения за счет технологического прогресса, а также уровня неэффективности производства, т. е. расстояния до границы производственных возможностей. Показано, что темпы технологического прогресса в 1995–2004 годы нарастали, но положительное влияние этого фактора сдерживалось увеличением разрыва в эффективности производства внутри каждой отрасли.

Данное исследование посвящено оценке эффективности производства российских промышленных предприятий. Довольно часто, анализируя российскую промышленность, при сравнении эффективности производства используют показатель роста производительности труда, однако этот показатель может и не отражать влияние технического прогресса или изменения комбинации факторов производства. При этом производительность труда существенно зависит от технологии производства и сравнение предприятий разных отраслей по этому показателю может оказаться некорректным. В этой работе эффективность производства определялась за счет роста совокупной производительности факторов производства (СПФ). СПФ может интерпретироваться как показатель технологического прогресса, что является обобщенным понятием роста эффективности.

Использовано три различных метода оценки СПФ. Мы оценивали транслогарифмическую производственную функцию и рассчитывали СПФ как *остаток Солоу* для этой функции. Второй способ заключался в оценке СПФ как изменения расстояния до границы производственных возможностей, в этом случае определялась стохастическая производственная функция. И, наконец, мы использовали непараметрический метод, который позволяет рассчитать СПФ без оценки производственной функции, приняв определенные предпосылки о ценах факторов производства.

1. Описание данных

Для оценки эффективности предприятий промышленности мы использовали базу данных Центр экономических и финансовых исследований и разработок (ЦЭФИР) по балансам предприятий за 1995–2004 годы. Эта база пополнялась несколько лет из разных источников для всевозможных исследовательских проектов, но в основе всех этих источников лежат данные по балансам промышленных предприятий, которые собирает Росстат. В базу данных Федеральной службы государственной статистики входят предприятия со штатом свыше

100 человек, или более мелкие предприятия, если в уставном капитале доля одного частного лица превышает 75%.

Для начального периода (1995–1996 годы) в нашу выборку попадают предприятия, выпускавшие около 60% всей промышленной продукции по обрабатывающим отраслям, и несколько ниже — по добывающим отраслям. Однако в последующие годы репрезентативность выборки снижается. В 1997–2004 годах в выборку попадают предприятия, совокупный выпуск и занятость на которых составляет для разных областей 30–40% от выпуска или занятости по промышленности в целом. Это связано с тем, что предоставление данных в Росстат стало необязательным, с 1997 года, и многие предприятия перестали заполнять отчетные формы, на основе которых составляется база данных Росстата. С 1998 года не публикуются данные о предприятиях, производящих продукцию ВПК, поэтому у нас нет показателей по предприятиям авиационной, оборонной, судостроительной, электронной промышленности, а также промышленности средств связи. Резкое снижение выборки в 1997-м связано с тем, что из тех предприятий, которые продолжали подавать отчетность в Росстат, многие не полностью заполнили отчетные формы. Еще одна проблема, связанная с репрезентативностью выборки, состоит в том, что в Реестре, особенно в последние годы, недопредставлены вновь образованные фирмы.

Структура выборки, вытекающая из перечисленных проблем, не позволяет при оценке эффективности производства сделать поправку на закрытие предприятий, как, например, это было сделано в статье Павника [Pavnik (1999)], поскольку мы не можем проследить различие между предприятиями, прекратившими существование, и теми, которые просто перестали заполнять отчетные формы для Росстата. Можно предположить, что на закрывающихся предприятиях производительность ниже, чем в среднем по отрасли. Что же касается предприятий, переставших предоставлять данные в Росстат, то для них сделать какие-либо предположения относительно уровня производительности факторов весьма затруднительно. Таким образом, мы можем сказать, что данная выборка, возможно, является смещенной, но не можем определить, в какую сторону, и, следовательно, сделать поправку на это смещение при эконометрических оценках.

При проведении расчетов мы использовали данные по выпуску, основным фондам, затратам на единицу выпуска, занятости и заработной плате. Для сведения всех данных к базовому году были построены дефляторы выпуска на основе данных Росстата по промышленному производству и индексу цен производителей по 150 отраслям промышленности.

В балансах предприятий сведения по основным фондам указаны с учетом переоценки, которая проводилась согласно требованиям Росстата. Поэтому была предложена методология приведения стоимости основных фондов к базовому году с использованием данных о стоимости основных фондов на начало и конец года и расчетом средних коэффициентов переоценки по 5-значным кодам Общего классификатора отраслей народного хозяйства (ОКОНХ).

Для корректной оценки совокупной производительности факторов в производственную функцию должна входить добавленная стоимость, которая рассчитывалась следующим образом: из объема продаж вычитались все затраты, а затем прибавлялся фонд заработной платы. Для 1998-го и 1999 годов не было данных о затратах на единицу продукции, поэтому для этих лет сведения об их структуре были взяты из балансов предприятий 1997-го и 2000 годов соответственно. Предполагалось, что состав затрат на отечественное сырье и импортируемые

компоненты существенно не различаются по соответствующим годам, поэтому затраты на отечественное сырье просто были продефлированы, а на импортное сырье — пересчитаны с учетом изменений валютного курса рубля. Данные о разделении затрат: отечественные и импортируемые — были взяты из межотраслевого баланса за 1998 год.

Все данные, использованные при оценке регрессий, были очищены от неправдоподобных наблюдений (например, связанных с ошибками ввода или ошибками в единицах измерения) и выбросов. Но остаются проблемы занижения данных по выпуску и завышения издержек производства, которые предприятия вносят в балансовые отчеты для уменьшения налогооблагаемой базы. Налоговая инспекция проверяет балансы, и в случае обнаружения каких-либо нарушений или ошибок требует исправления отчетности. Таким образом, в результате переговоров налоговая инспекция получает перепроверенные балансы. Росстат для составления Регистра промышленных предприятий получает первую непроверенную версию баланса и, следовательно, данные Росстата менее надежны. Вполне вероятно, что размеры занижения прибыли различаются по отраслям. Для оценки регрессии мы предположили, что размер занижения прибыли в нашей выборке случаен.

2. Методы оценки совокупной производительности факторов производства

Для анализа эффективности производства в нашем исследовании использован показатель роста его Совокупной производительности факторов (СПФ). Наиболее общим определением СПФ является отношение единиц выпуска предприятия и затрат факторов производства, что как определение не является глубокой теоретической концепцией, но позволяет построить показатель эффективности производства, подходящий для сравнения предприятий в различных отраслях промышленности. Другие показатели производительности (производительность труда или капитала) сильно зависят от технологии производства и не могут быть универсальными по эффективности для различных отраслей.

Предприятие использует определенный набор факторов производства (труд и капитал) для выработки конечного продукта. Тогда рост используемых факторов производства или изменение комбинации их использования, т. е. технологии, приводит к росту выпуска конечного продукта. Таким образом, если из роста стоимости конечного продукта вычесть изменение стоимости затрат производства, то будет получен остаток, определяющий ту часть роста выпуска, которая не объясняется ростом факторов производства и может быть отнесена к росту эффективности их использования на данном предприятии или улучшению технологии в целом по отрасли.

Формально это можно представить следующим образом:

$$\Delta Y = w\Delta L + r\Delta K + S, \tag{1}$$

где Y — добавленная стоимость,

L — затраты труда,

K — затраты капитала,

w — уровень заработной платы,

r — отдача на капитал,

S — остаток роста выпуска конечного продукта, который не объясняется ростом факторов производства.

Таким образом, рост совокупной производительности факторов производства эмпирически можно рассчитать как необъясненный остаток роста конечного продукта. В этот остаток попадает как влияние тех факторов, которые мы хотим учесть — эффект от технических или организационных инноваций, так и ошибки измерения, смещения, вызванные агрегированием факторов производства, и другие нежелательные компоненты.

Для эмпирической оценки СПФ нужны данные о ценах факторов производства — уровнях заработной платы и возврата на капитал. В эмпирических работах по определению совокупной производительности факторов их цены берутся либо из агрегированных статистических данных по промышленности (в этом случае не делается никаких предположений о виде производственной функции), либо оценивается производственная функция, а затем рассчитываются предельные продукты труда и капитала, которые затем используются в качестве цен факторов производства. Преимущество первого метода состоит в том, что не требуется делать предпосылок относительно вида производственной функции. Однако агрегированные данные часто не позволяют рассчитать цены факторов производства, которые могут сильно различаться по отдельным отраслям. При этом в условиях неконкурентных рынков факторов производства (что является отличительной чертой переходных экономик) оплата факторов производства может не совпадать с предельными продуктами труда и капитала.

Если для расчета СПФ использовать оценки производственных функций, то необходимо учесть допущения об их виде. Этот метод позволяет получить оценки предельных продуктов факторов производства для каждого предприятия. При таком методе оценки СПФ можно рассчитывать не просто как остаток, в который попадают нежелательные факторы (ошибки измерения и агрегирования), а задать функциональную форму изменения производственной функции во времени, и разделить рост СПФ на компоненты, связанные с ростом эффективности на предприятии и технологическим прогрессом в целом по отрасли.

Таким образом, мы можем либо принять предположения о ценах факторов производства и рассчитывать СПФ без оценки производственных функций, либо сделать предположения о виде производственной функции и, исходя из оценок их параметров, рассчитывать цены факторов производства и СПФ.

2.1. Непараметрический метод расчета совокупной производительности факторов

Для оценки СПФ непараметрическим методом мы сделали следующие предположения о ценах факторов производства. При достаточно стабильной динамике изменения уровня оплаты труда среднюю заработную плату в промышленности мы рассчитывали в предположении о доле труда в целом по экономике, приняв ее одинаковой для всех отраслей. При неразвитом рынке капитала и отсутствии надежных статистических данных об изменениях основных фондов и инвестициях в основной капитал, нам не удалось рассчитать средний возврат на капитал в целом по промышленности. Поэтому в расчетах мы использовали вмененную (implied) отдачу на капитал, рассчитанную на основе балансовой отчетности отдельного предприятия.

Мы предположили, что в целом на долю труда в экономике приходится $2/3$ ВВП. Тогда можно рассчитать среднюю заработную плату в промышленности как $2/3$ от объема промышленного производства, деленного на число занятых. Таким образом, рассчитанную среднюю заработную плату мы определили как «стандартную», т. е. получаемую «стандарт-

ным» рабочим средней квалификации. Мы располагаем данными о занятости на предприятии и общем объеме фонда заработной платы, в то время как данные об уровне квалификации персонала отсутствуют. Однако можно предположить, что производительность более квалифицированных работников будет выше. Поэтому, чтобы учесть различия в составе рабочей силы, мы включили всех занятых на предприятии в число «стандартных» рабочих, разделив фонд заработной платы на уровень «стандартной».

Доход на капитал мы рассчитывали отдельно для каждого предприятия. Часть дохода, приходящуюся на капитал, можно получить, вычитая из добавленной стоимости фонд зарплат. Если эту часть дохода разделить на стоимость основных фондов, то мы получим меру отдачи на капитал, свойственную данному предприятию. Мы назвали эту оценку вмененной отдачей на капитал. Причем эта мера может быть как положительной, так и отрицательной.

Принимая такие предпосылки по ценам факторов производства, мы получаем следующее выражение:

$$\Delta Y = w^* \Delta L^* + r^* \Delta K + S^*, \quad (2)$$

где w^* — «стандартная» заработная плата,

L^* — число «стандартных» рабочих,

r^* — вмененная отдача на капитал.

Преобразовав выражение (2) в темпах роста, мы получаем:

$$\frac{\Delta A^*}{A^*} = \frac{S^*}{Y} = \frac{\Delta Y}{Y} - \frac{w^* L^*}{Y} \times \frac{\Delta L^*}{L^*} - \frac{r^* K}{Y} \times \frac{\Delta K}{K}, \quad (3)$$

где $\frac{\Delta A^*}{A^*}$ является мерой роста эффективности производства при заданных ценах труда и капитала, получаемой при непараметрическом методе анализа как отношение необъясненного остатка к добавленной стоимости — S^*/Y .

Для расчета роста СПФ за несколько лет стоимость факторов производства и конечного продукта переводились в реальное выражение. Так как при данном методе мы брали «стандартную» заработную плату одинаковой для всех отраслей производства и переводили ее в реальное выражение посредством дефлятора ВВП, то все остальные показатели¹ дефлировались так же. Чтобы учесть различия темпов роста цен по отраслям производства мы сделали корректировку темпов роста СПФ на отношение индексов цен производителей по отраслям производства к дефлятору ВВП. Более подробный анализ влияния методов дефлирования на оценку СПФ приведен в статье Харбергера [Harberger (1998)].

Таким образом, при непараметрическом методе мы рассчитывали темп роста СПФ согласно следующему выражению:

$$\frac{\Delta A_p^*}{A_p^*} = \frac{S^*}{Y} = \frac{\Delta Y}{Y} - \frac{w^* L^*}{Y} \times \frac{\Delta L^*}{L^*} - \frac{r^* K}{Y} \times \frac{\Delta K}{K} - \frac{\Delta P}{P}, \quad (4)$$

где A_p^* — уровень СПФ, скорректированный на отношение уровня цен в отрасли к дефлятору ВВП;

$P = P_j / P_{\text{ВВП}}$ — отношение индекса цен производителей в отрасли j к дефлятору ВВП.

¹ Для основных фондов строились отдельные дефляторы на основе коэффициентов их переоценки.

Харбергер остаток роста выпуска, необъясненный ростом факторов производства, связывает скорее не с общими тенденциями технологического прогресса, а со способностью отдельного предприятия уменьшить издержки производства различными способами — и путем производства новых продуктов, и изменением методов управления, и изобретением новых способов эффективного использования старых факторов производства. Необъясненную составляющую роста выпуска он называет реальным снижением затрат. Выделяя в каждой отрасли предприятия, в которых происходит реальное снижение затрат, Харбергер показывает, что за счет именно этих предприятий и происходит рост в данной отрасли.

2.2. Расчет СПФ на основе оценок производственных функций

При параметрическом методе оценки основной причиной роста совокупной производительности факторов считается технологический прогресс. Выпуск фирмы определяется двумя факторами — видом производственной функции и характером изменения этой функции во времени, что приписывается технологическому прогрессу.

Существует два подхода к анализу технологической компоненты производственной функции. При первом подходе предполагается, что все фирмы в отрасли в среднем эффективно принимают решения о выпуске при заданных ценах на конечный продукт и факторы производства. При таких предположениях задается параметрическая форма для производственной функции, в которую входит технологический прогресс как фактор времени. Тогда производственная функция оценивается эконометрическими методами и, получив усредненную оценку параметров производственной функции, можно рассчитать СПФ также как и при непараметрическом методе, т. е. как необъясненный остаток роста выпуска, однако предельные продукты труда и капитала уже рассчитываются из оценок параметров производственной функции.

При втором подходе учитывается, что в каждый период времени существуют фирмы, организовавшие производство более эффективно, чем остальные, т. е. при том же наборе факторов производства они производят больше товаров. Таким образом, одна часть фирм функционирует на границе производственных возможностей, а другая внутри производственного множества. В таком случае производственная функция оценивается как огибающая, и при анализе технической эффективности выделяется две ее составляющие — сдвиг границы производственных возможностей в целом по отрасли и изменение положения фирмы относительно отраслевой границы производственных возможностей.

а) оценка транслогарифмической производственной функции

Первый подход восходит к работе Солоу [Solow (1957)], который рассчитывал технический прогресс как необъясненный остаток роста (остаток Солоу), предположив существование некоторой производственной функции $Y_t = A_t F(K_t, L_t)$ и нейтральность технического прогресса по Хиксу. Тогда A_t является мерой сдвига производственной функции при заданном уровне труда и капитала. Солоу, работая в рамках неоклассической модели роста, принимал предположение о конкурентных рынках факторов, что позволяло ему рассчитывать темпы технологического прогресса, не оценивая в явном виде производственную функцию.

Если отказаться от предпосылок о конкурентных рынках труда и капитала, то станет необходимым сделать предпосылки о виде производственной функции. Мы использовали транслогарифмическую спецификацию производственной функции. Такая спецификация наибо-

лее часто используется в эмпирических работах, посвященных анализу СПФ, так как она является разложением в ряд до второго порядка неизвестной функции от заданных компонентов. Эта спецификация налагает меньше всего ограничений на коэффициенты регрессии и многие производственные функции, используемые в экономических исследованиях (например, функция Кобба-Дугласа), являются разновидностями транслогарифмической функции при определенных значениях параметров.

Мы оценивали транслогарифмическую функцию от трех параметров — капитала, труда и времени:

$$\ln Y_{it} = \alpha + \alpha_L \ln L_{it} + \alpha_K \ln K_{it} + \alpha_t t + \alpha_{LL} (\ln L_{it})^2 + \alpha_{KK} (\ln K_{it})^2 + \alpha_{tt} t^2 + \alpha_{KL} \ln K_{it} \ln L_{it} + \alpha_{Kt} \ln K_{it} \cdot t + \alpha_{Lt} \ln L_{it} \cdot t + \varepsilon_{it}. \quad (5)$$

Тогда темпы роста СПФ рассчитываются согласно индексу производительности Торнквиста:

$$\frac{\Delta A_{it}}{A_{it}} \approx \ln(A_{it+1}/A_{it}) = \ln(Y_{it+1}/Y_{it}) - \bar{\eta}_K \ln(K_{it+1}/K_{it}) - \bar{\eta}_L \ln(L_{it+1}/L_{it}), \quad (6)$$

где

$$\bar{\eta}_K = \frac{\eta_{K,t+1} + \eta_{K,t}}{2}, \quad \bar{\eta}_L = \frac{\eta_{L,t+1} + \eta_{L,t}}{2},$$

$$\eta_{K,t} = \frac{\partial \ln Y_{it}}{\partial \ln K_{it}} = \hat{\alpha}_K + 2\hat{\alpha}_{KK} \ln K_{it} + \hat{\alpha}_{LK} \ln L_{it} + \hat{\alpha}_{Kt} t,$$

$$\eta_{L,t} = \frac{\partial \ln Y_{it}}{\partial \ln L_{it}} = \hat{\alpha}_L + 2\hat{\alpha}_{LL} \ln L_{it} + \hat{\alpha}_{LK} \ln K_{it} + \hat{\alpha}_{Lt} t.$$

- A_{it} — совокупная производительность факторов производства предприятия i в год t ;
- Y_{it} — добавленная стоимость предприятия i в год t ;
- L_{it} — численность промышленно—производственного персонала предприятия i в год t ;
- K_{it} — стоимость основных фондов предприятия i в год t ;
- t — фактор времени;
- $\hat{\alpha}$ — оценки коэффициентов производственной функции.

Сформулированная таким образом задача предполагает, что деятельность фирм определяется максимизацией прибыли, и различие в результатах производства происходит от случайного влияния внешних эффектов. При этом производственная функция получается усреднением практики всех производителей, а отклонения от нее объясняются случайным благоприятным или неблагоприятным состоянием внешней среды.

б) анализ стохастической границы производственных возможностей

При оценке стохастической границы производственных возможностей предполагается, что поведение производителей определяется теми же мотивами (минимизация издержек и максимизация прибыли), но допускается, что не все достигают успеха. Поэтому применяется другой эконометрический подход к оценке параметров производства, который учитывает возможность существования предприятий, которым не удалось оптимально организовать производство.

При такой переформулировке оптимизационной задачи, т. е. при переходе от оценки производственной функции к оценке границы производственных возможностей, мы должны изменить предпосылки к распределению ошибок, так как симметричное распределение с нулевой средней не подходит для описания поведения производителя. Существует вероятность, что производитель окажется выше детерминированной составляющей оцененной границы производственных возможностей благодаря неожиданно благоприятно сложившимся внешним факторам. Однако более вероятно, что производитель окажется ниже определенной границы, потому что в этом направлении работают два фактора. Во-первых, возникновение неблагоприятных внешних факторов также вероятно (если предположить случайное симметричное распределение внешних эффектов). Во-вторых, существует вероятность, что производитель не сможет оптимально организовать производство и окажется вне границ производственных возможностей².

При оценке границы мы сталкиваемся со случайными ошибками, причем две их составляющие — обычная симметрично распределенная случайная компонента и новая однонаправленная, характеризующая неэффективность производства. Такие ошибки не могут иметь симметричное распределение с нулевой средней. Они будут несимметричны и должны иметь отрицательное среднее значение.

Таким образом, граница производственных возможностей будет стохастической из-за случайного распределения внешних факторов, и отклонения от нее, благодаря разнообразным видам неэффективности производства, будут однонаправленными. В качестве детерминированной составляющей границы производственных возможностей мы взяли, как и в предыдущем разделе, транслогарифмическую функцию, к которой добавили случайную составляющую, характеризующую неэффективность u_{it} .

$$\ln Y_{it} = \alpha + \alpha_L \ln L_{it} + \alpha_K \ln K_{it} + \alpha_t t + \alpha_{LL} (\ln L_{it})^2 + \alpha_{KK} (\ln K_{it})^2 + \alpha_{tt} t^2 + \alpha_{KL} \ln K_{it} \ln L_{it} + \alpha_{Kt} \ln K_{it} \cdot t + \alpha_{Lt} \ln L_{it} \cdot t - u_{it} + \varepsilon_{it}. \quad (7)$$

Следуя работе Батезе и Коэлли [Battese, Coelli (1992)], мы моделировали u_{it} как

$$u_{it} = -e^{v(t-T)} u_i,$$

где $u_i \sim N^+(\gamma, \sigma^2)$ и T — число периодов в выборке.

Постоянный эффект для предприятия берется из усеченного нормального распределения со средней γ и умножается на изменяющийся со временем фактор, который может возрасти ($v > 0$) или уменьшиться ($v < 0$).

Такой подход накладывает массу ограничений на вид производственной функции и характер изменения уровня неэффективности, однако, позволяет разложить рост СГФ на составляющие, характеризующие технологический прогресс и изменение уровня неэффективности. Технологический прогресс определяется сдвигом производственной функции во времени и рассчитывается как производная по времени от детерминированной составляющей:

² Подробный обзор литературы, посвященной методам оценки границы производственных возможностей [Kumbhakar, Lovell (2000)].

$$\Delta TP = \frac{\partial F(K, L, t)}{\partial t}, \quad (8)$$

где F — транслогарифмическая производственная функция.

Изменение уровня неэффективности производства определяется изменением отношения выпуска данного предприятия к уровню выпуска на границе производственных возможностей. Если выпуск предприятия определяется как

$$Y_{it} = f(K_{it}, L_{it}, t)e^{-u_{it}},$$

то темп изменения уровня неэффективности:

$$\Delta TE = -\frac{\partial u_{it}}{\partial t}, \quad (9)$$

причем ΔTE может быть проинтерпретировано как скорость, с которой производитель приближается или удаляется от границы производственных возможностей, но сдвигаемой с течением времени.

При такой формулировке модели можно показать, что необъясненный рост выпуска раскладывается на три составляющие: технический прогресс, изменение уровня неэффективности производства и компоненту, характеризующую вклад отдачи от масштаба ([Kumbhakar, Lovell (2000)]).

$$\frac{\Delta A_{it}}{A_{it}} \approx \Delta TP + \Delta TE + (\varepsilon - 1) \left(\frac{\eta_K}{\varepsilon} \frac{\Delta K}{K} + \frac{\eta_L}{\varepsilon} \frac{\Delta L}{L} \right), \quad (10)$$

где $\varepsilon = \eta_K + \eta_L$ — отдача от масштаба.

3. Сравнение эмпирических результатов оценки совокупной производительности факторов

Для оценки роста СПФ мы использовали три метода: непараметрический и основанные на оценке транслогарифмической и стохастической производственных функций. Это позволяет нам определиться с динамикой роста в зависимости от изменений предпосылок, используемых в каждом методе.

3.1. Результаты оценки транслогарифмической и стохастической производственных функций

Для оценки производственных функций мы разбили предприятия промышленности на 113 отраслей таким образом, чтобы они были связаны близкими технологическими процессами, притом каждая отрасль имела бы достаточно предприятий для получения устойчивых оценок коэффициентов производственной функции. Предприятия группировались на основе Общероссийского классификатора отраслей народного хозяйства (ОКОНХ), состоящего из 350 пятизначных отраслей промышленности и основанного на близости производства по технологическим процессам. Отрасли, по которым мы оценивали производственную функцию, обычно представляют собой трех- или четырехзначные отрасли ОКОНХ³.

³ Полный список отраслей приведен в Приложении 1.

Для каждой отрасли мы оценили транслогарифмическую производственную функцию как панельную регрессию методом случайных эффектов. Результаты приведены в Приложении 2⁴. При проведении теста Хаусмана для сравнения методов постоянных и случайных эффектов гипотеза об отсутствии систематической разницы между коэффициентами отвергается для большинства отраслей, т. е. предпочтительнее использовать метод постоянных эффектов. Однако при достаточно больших выборках разумно предположить, что посыл об отсутствии корреляции между случайными компонентами, характерными для данного предприятия, выполняется, и можно применять метод случайных эффектов, несмотря на результаты теста Хаусмана. Поэтому мы склоняемся к использованию результатов метода случайных эффектов в дальнейших расчетах.

Стохастическая производственная функция оценивалась методом максимального правдоподобия (Приложение 2). В этом случае функция правдоподобия имеет сложный вид и представляет собой комбинацию двух распределений — нормального и усеченного нормального, при этом учитывается панельная структура данных. Итеративная процедура максимизации функции правдоподобия чувствительна к структуре данных и не всегда сходится, поэтому для нескольких отраслей мы не смогли получить оценки стохастической производственной функции.

Оценки коэффициентов транслогарифмической функции и детерминированной части стохастической функции (которую мы также оценивали как транслогарифмическую) близки друг к другу. Из этого следует, что цены факторов производства, рассчитанные на основе оценок коэффициентов производственных функций, должны быть близки при разных методах оценки.

3.2. Динамика цен факторов производства в 1995–2004 гг.

Основное отличие между параметрическим и непараметрическим методами состоит в предпосылках относительно цен факторов производства. Если при непараметрическом методе цены факторов задаются «извне», то при параметрическом — они рассчитываются из оценок коэффициентов производственной функции как предельные продукты труда и капитала. Итак, с использованием различных методов, мы получаем, что по всем отраслям предельные продукты труда значительно выше предельных продуктов капитала. Однако динамика цен факторов производства различается в зависимости от применения параметрического или непараметрического методов.

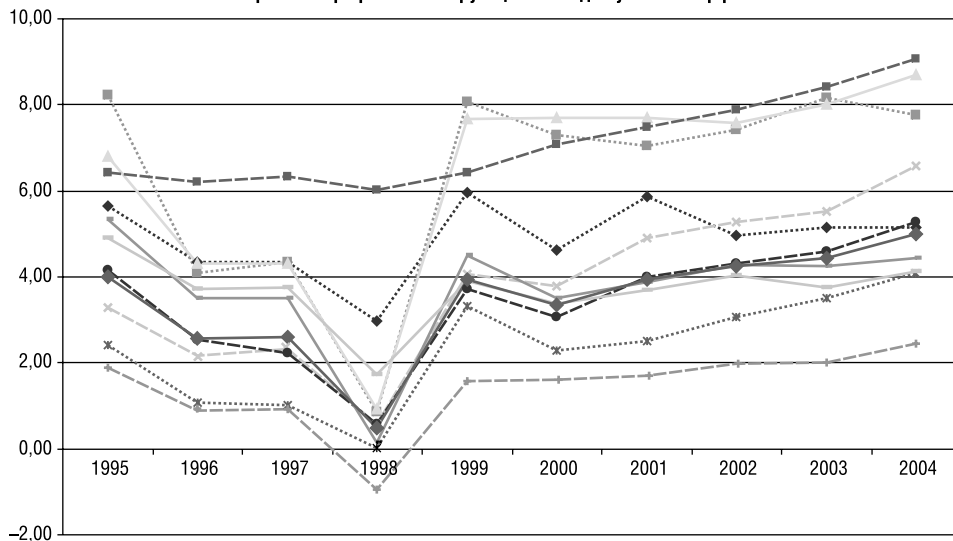
При непараметрическом методе цена труда определялась как средняя заработная плата «стандартного» рабочего в промышленности с предпосылкой, что доля труда составляет 2/3 ВВП. В результате мы наблюдаем медленное повышение уровня стандартной заработной платы с небольшим понижением во время кризиса 1998 года (рис. 1).

Оценки транслогарифмической и стохастической производственных функций показывают большие колебания динамики предельных продуктов труда по разным отраслям. В докризисный период мы наблюдаем ежегодное уменьшение предельного продукта труда и резкое его падение в 1998-м, а затем, после кризиса, в большинстве отраслей — возвращение к уровню 1997-го и небольшие колебания в 2000–2004 годы. Самые высокие среднеотраслевые предельные продукты труда наблюдаются в металлургии и химической промышленно-

⁴ Приложение 2 можно найти на сайте редакции журнала «Прикладная эконометрика»: www.marketds.ru

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ТРУДА

Транслогарифмическая функция. Метод случайных эффектов



Стохастическая функция

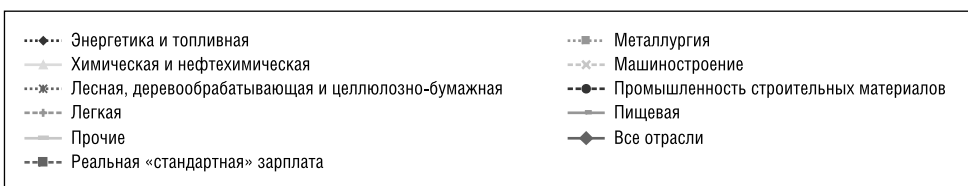
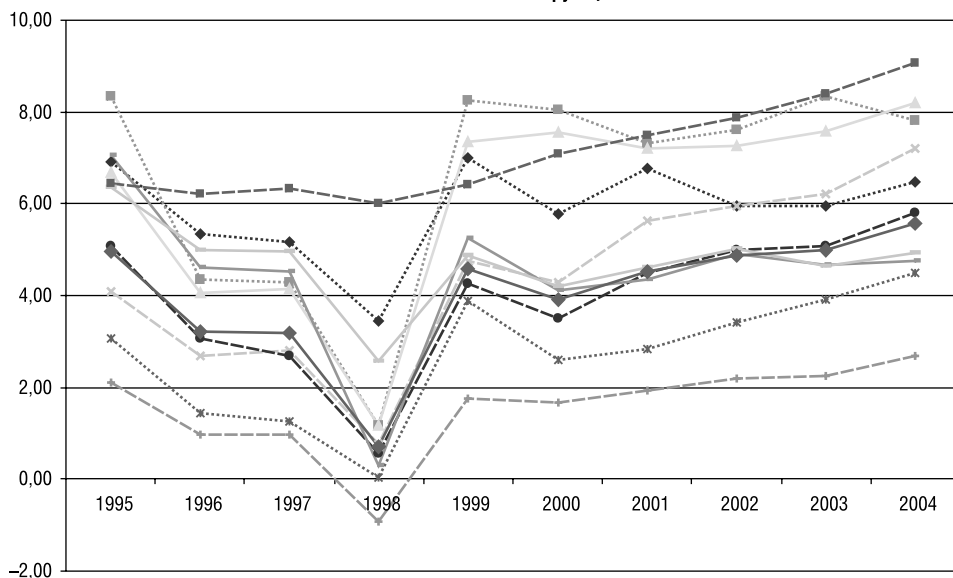


Рис. 1. Цены на труд по секторам экономики

сти, самые низкие — в легкой промышленности и промышленности строительных материалов. До 1998 года стандартная заработная плата, как правило, превышает среднеотраслевые предельные продукты труда, рассчитанные для транслогарифмической и стохастической производственных функций. В послекризисный период динамика роста предельных продуктов труда в металлургии и химической промышленности (т. е. отраслях с наиболее высокими предельными продуктами) сближается с динамикой стандартной заработной платы.

Как и следовало ожидать, динамика среднеотраслевых предельных продуктов капитала для транслогарифмической и стохастической функций одинакова. В то же время вмененная отдача на капитал, рассчитанная на основе данных балансов предприятий, и предельные продукты капитала, рассчитанные для транслогарифмической и стохастической производственных функций, существенно различаются как по уровню, так и по динамике (рис. 2).

Притом, если предельные продукты капитала во всех отраслях очень низкие и в докризисный период для части отраслей статистически не отличаются от нуля, то вмененная отдача на капитал иногда в десять раз превышает значения оценок предельных продуктов. Динамика цен на капитал, рассчитанных по разной методологии, тоже существенно отличается. Для предельных продуктов капитала мы наблюдаем слабую тенденцию к повышению, с некоторым падением во время кризиса. Амплитуда колебаний вмененной отдачи на капитал больше, при этом нет устойчивых тенденций роста или падения. Резкие падения наблюдаются в 1998 и 2000 годах с пиком в 1999-м. После 2000 года средние значения то увеличиваются, то уменьшаются по разным отраслям, однако никаких устойчивых тенденций нет.

Суммируя тенденции изменения цен факторов производства, мы должны отметить, что цены факторов производства на рынке труда более стабильны, чем на рынке капитала. При этом значения цен на рынке труда не очень разнятся от применения различных методов расчета, особенно в послекризисный период. На рынке капитала полученные оценки существенно отличаются при применении параметрических и непараметрических методов. Среднеотраслевые значения могут разниться в несколько раз, динамика цен также неустойчива и зависит от метода расчета. Такие различия в ценах на рынках факторов производства, скорее всего, можно объяснить структурой ошибок измерения для труда и капитала. Балансовая отчетность по занятости и фонду заработной платы, а также отраслевые дефляторы выпуска меньше подвержены появлению ошибок измерения, чем данные по основным фондам. Первоначальная стоимость большой доли основных фондов определялась еще при плановой экономике, затем они переоценивались в определенные годы согласно коэффициентам, заданным Госкомстатом, которые притом часто не отражали реального уровня инфляции по капиталу. Так, балансовые данные по основным фондам содержат больше ошибок измерения, чем остальные показатели. В условиях переходной экономики, характеризующейся несформировавшимися финансовыми рынками, сложно провести коррекцию ошибок измерения, так как у нас нет ни общероссийских, ни отраслевых показателей отдачи на капитал. В итоге, расчет отдачи на капитал на основе данных балансовой стоимости основных фондов существенно зависят от применяемой методологии оценки.

На рис. 3 показана среднеотраслевая эластичность добавленной стоимости по труду и капиталу, которую в случае конкурентных рынков можно интерпретировать как долю затрат на труд и капитал в производстве.

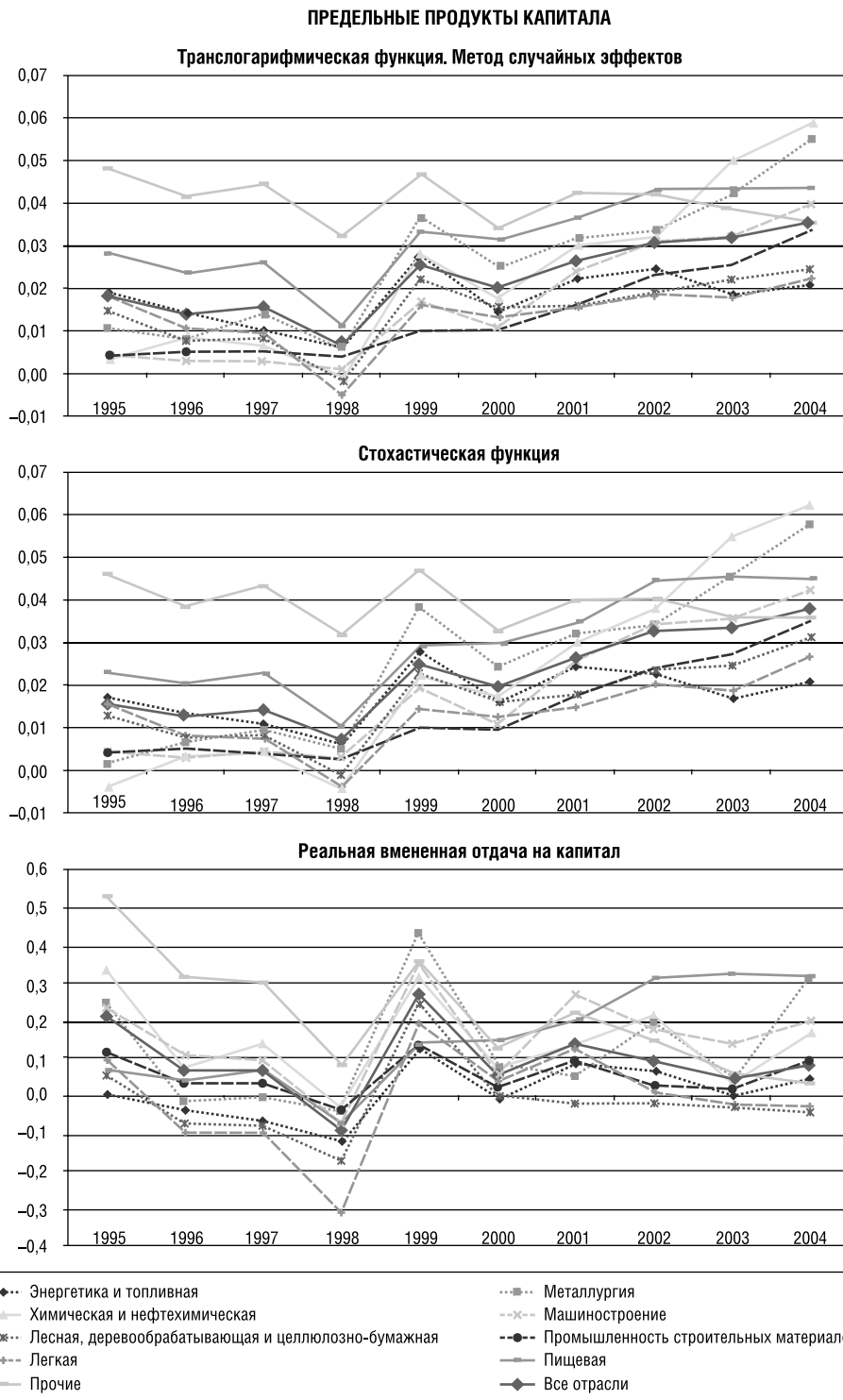
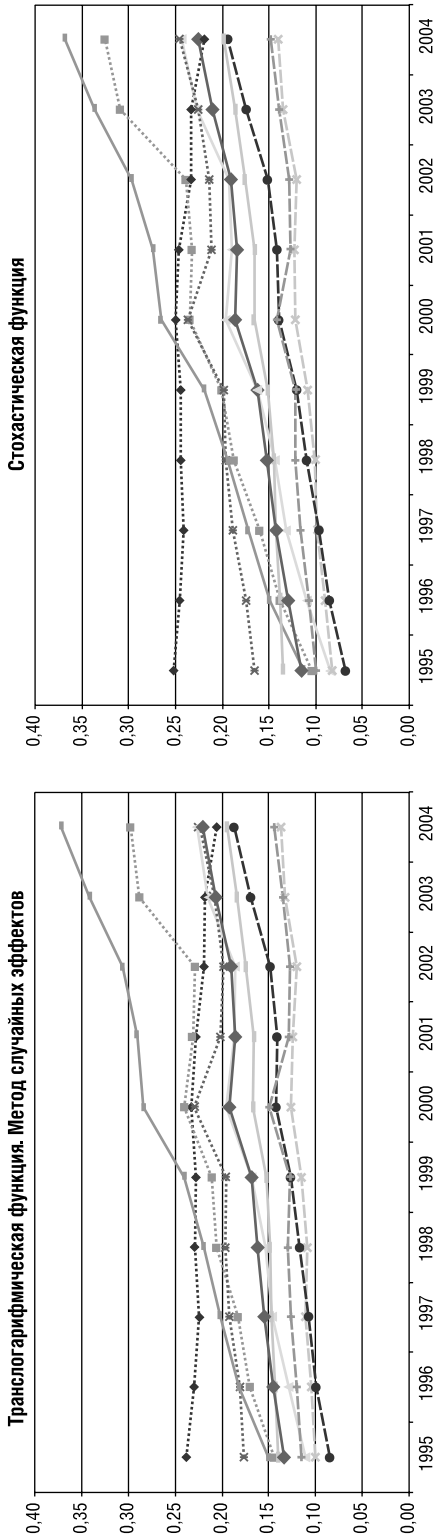


Рис. 2. Цены на капитал по секторам экономики

Оценка эффективности производства российских промышленных предприятий

ЭЛАСТИЧНОСТЬ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ ПО КАПИТАЛУ



ЭЛАСТИЧНОСТЬ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ ПО ТРУДУ

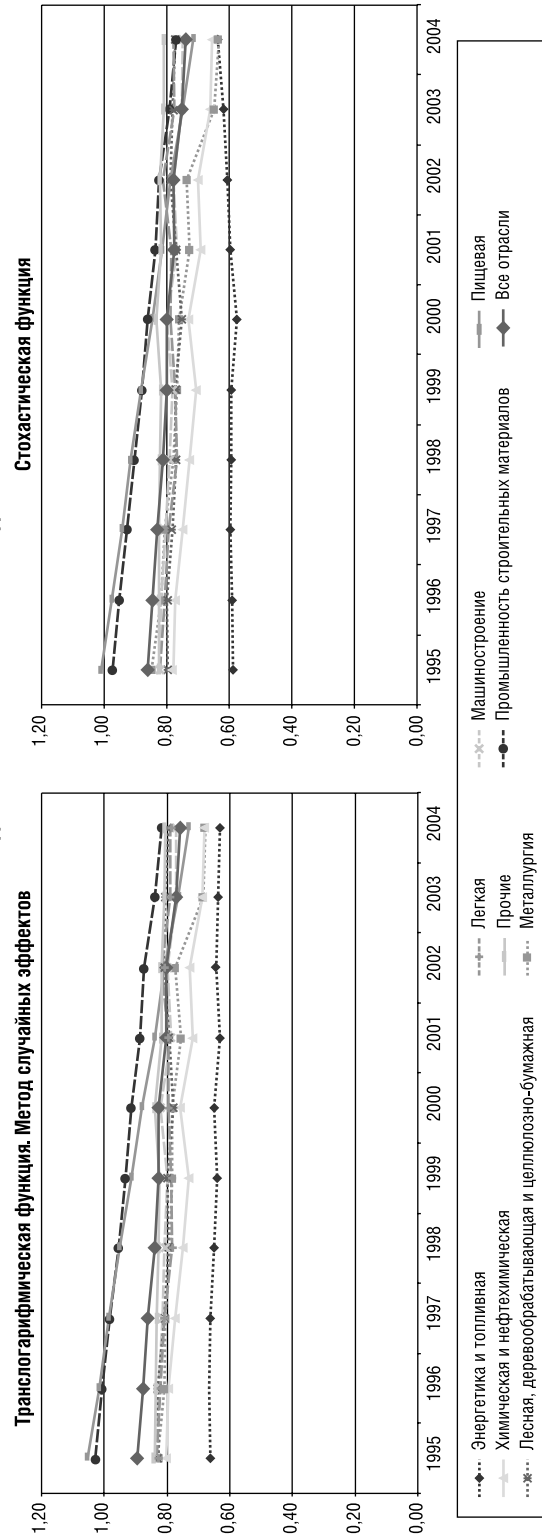


Рис. 3. Доли труда и капитала по секторам экономики

Как предполагалось, динамика среднеотраслевых эластичностей для транслогарифмической и стохастической производственных функций одинакова. Эластичность добавленной стоимости по труду во все годы достаточно высока, в 1995 году по некоторым отраслям пищевой промышленности и строительных материалов — достигает единицы. Минимальная эластичность добавленной стоимости по труду наблюдается в электроэнергетике и топливной промышленности — около 0,6 в течение всего периода. В отраслях с изначально высокой эластичностью мы наблюдаем тенденцию к ее уменьшению до уровня 0,8.

Эластичность добавленной стоимости по капиталу в начале периода ни в одной из отраслей не превышает 0,25, но мы наблюдаем тенденцию роста в течение всего периода во всех отраслях, кроме электроэнергетики и топливной. И только средние эластичности по пищевой промышленности и металлургии становятся выше 0,25 к концу периода.

Следует обратить внимание, что часто, при оценках эффективности производства российских предприятий, доли труда и капитала задаются *a priori* и при этом берутся значения 0,75–0,7 и 0,25–0,3 соответственно для труда и капитала. Как правило, такие оценки получают на агрегированных данных для рыночных экономик. Наши же оценки на российских данных показывают, что доля труда в среднем по всем предприятиям выше 0,8 в течение 1995–2004 годов, а доля капитала — не превышает 0,2. Таким образом, при использовании оценок, полученных на данных рыночных экономик для оценки эффективности российских предприятий, оказывается, что доли труда и капитала занижены и завышены соответственно.

3.3. Динамика СПФ в 1996–2004 гг.

При применении непараметрического метода и оценки транслогарифмической производственной функции динамики темпов роста, СПФ во многих отраслях близки друг к другу, и коэффициент корреляции для различных отраслей составляет 0,65–0,80. И так как для транслогарифмической функции мы получили, что доля труда высока, а доля капитала низка, то динамика роста СПФ, полученная для транслогарифмической функции, очень близка к динамике роста производительности труда (коэффициент корреляции выше 0,95 для всех отраслей).

Когда мы задаем определенную функциональную форму изменения технологической эффективности предпосылок, что требуется для оценки стохастической производственной функции, динамика роста СПФ существенно отличается как от непараметрического метода, так и от оценок на основе транслогарифмической производственной функции. Коэффициент корреляции по разным отраслям не превышает 0,18. Низкий коэффициент корреляции с оценками темпов роста СПФ на основе транслогарифмической функции наблюдается, несмотря на близкие оценки коэффициентов производственных функций и одинаковую динамику долей труда и капитала.

Для непараметрического метода и транслогарифмической функции мы наблюдаем отрицательные темпы роста до кризиса 1998 года и затем высокие положительные темпы роста в 1999 году, по всем отраслям, вызванные резким падением курса рубля (рис. 4).

После 1999 года динамика средних темпов роста СПФ несколько отлична, в зависимости от метода оценки (рис. 5). Средние темпы роста для непараметрического метода были положительными в 2000 и 2001 годах, затем упали до отрицательных значений в 2002–2003 годы и несколько выросли в 2004-м. Оценки темпов роста СПФ для транслогарифмической функции были отрицательными в 2000 году, затем выросли в 2001 году до 11%, после этого еже-

Оценка эффективности производства российских промышленных предприятий

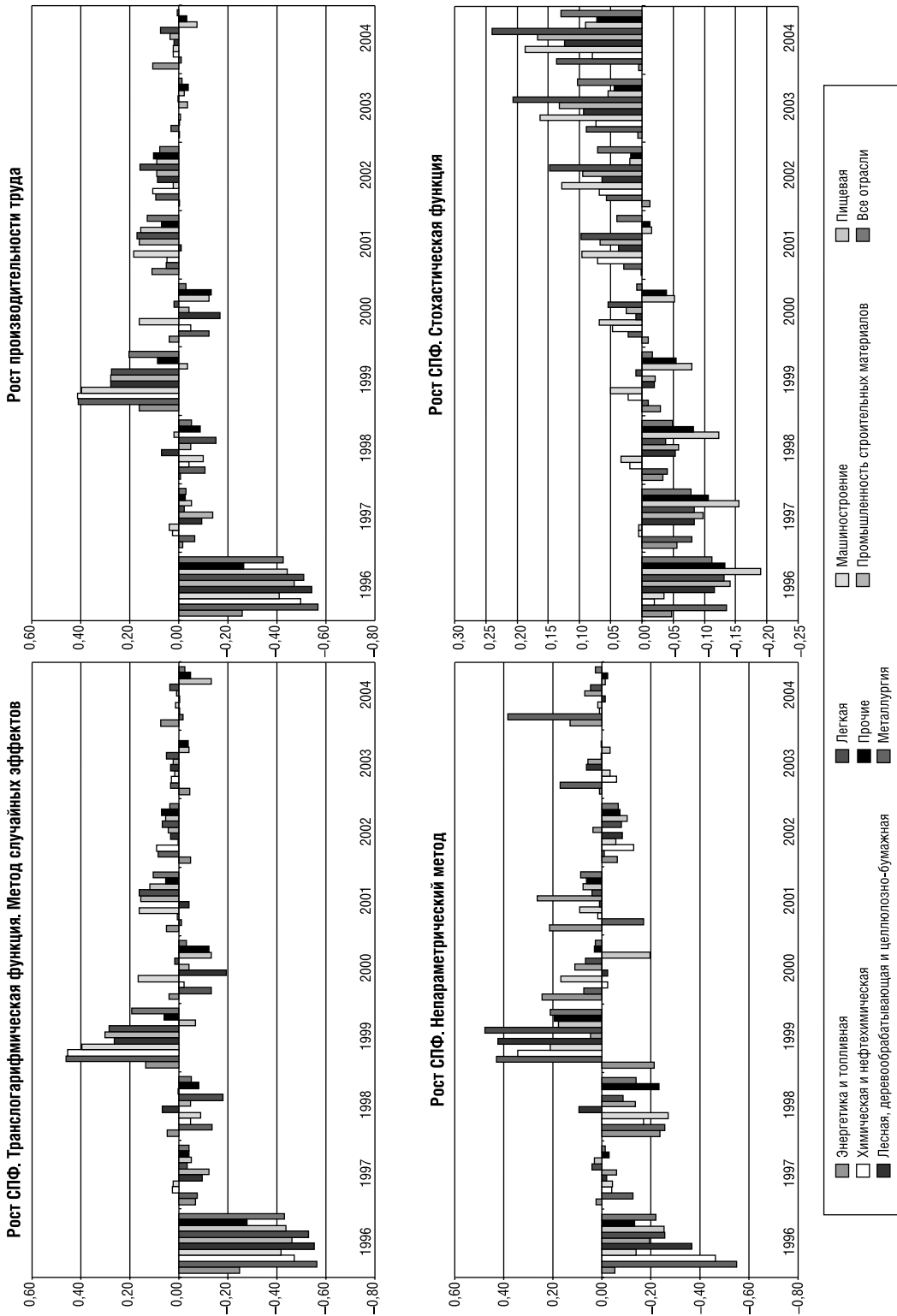


Рис. 4. Рост СПФ и производительности труда по секторам экономики

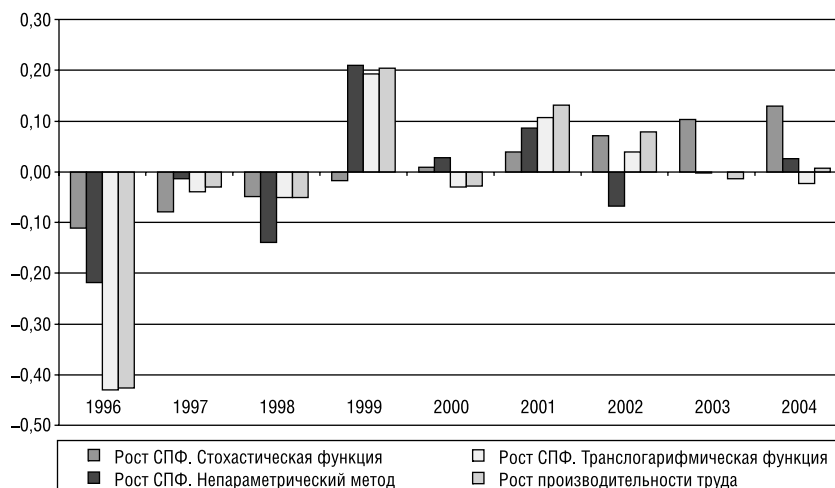


Рис. 5. Средние темпы роста СПФ и производительности труда

годно снижались, и в 2004-м уже были отрицательными. Динамика средних темпов роста производительности труда близка к динамике роста СПФ, рассчитанной для транслогарифмической функции.

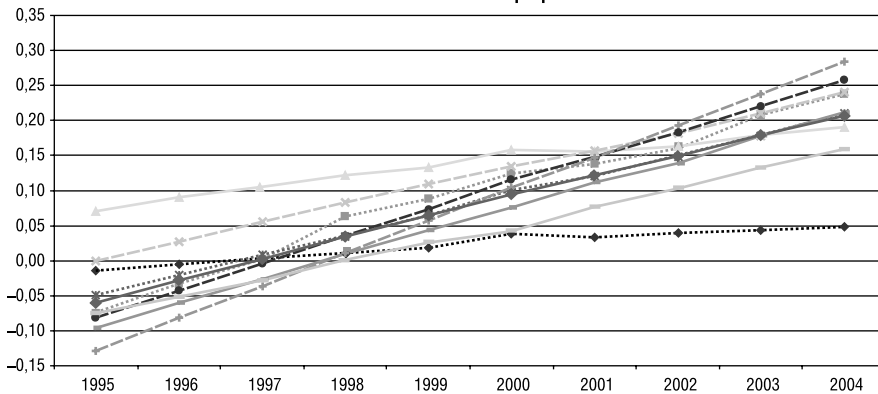
При этом динамика темпов роста по отраслям может отличаться от общих средних темпов роста. При непараметрическом методе мы видим устойчивые отрицательные темпы роста СПФ в пищевой промышленности в послекризисный период. Для транслогарифмической функции темпы роста в пищевой промышленности не всегда отрицательны, но даже когда положительны они все равно ниже темпов роста других отраслей. Оценки темпов роста СПФ в легкой промышленности невысокие во все годы, независимо от метода оценки. В машиностроении высокие темпы роста СПФ наблюдаются после кризиса, постепенно снижаясь до нуля в 2004-м при оценке транслогарифмической функции, или становясь отрицательными при непараметрическом методе.

Для стохастической функции характерна другая динамика темпов роста СПФ. При такой спецификации видны отрицательные темпы роста до 1999 года для всех отраслей, кроме химической и машиностроения (хоть и невысокие, но положительные темпы). Далее темпы роста становятся положительными для большинства отраслей, и после 2000 года начинается ежегодное увеличение темпов роста СПФ по всем отраслям, кроме электроэнергетики и топливной промышленности, где рост СПФ либо отрицательный, либо близок 0. Здесь надо отметить, что оценки темпов роста по добывающей промышленности могут быть занижены, так как в выборку не попали самые крупные предприятия этих отраслей. Это замечание справедливо и для других методов оценки СПФ.

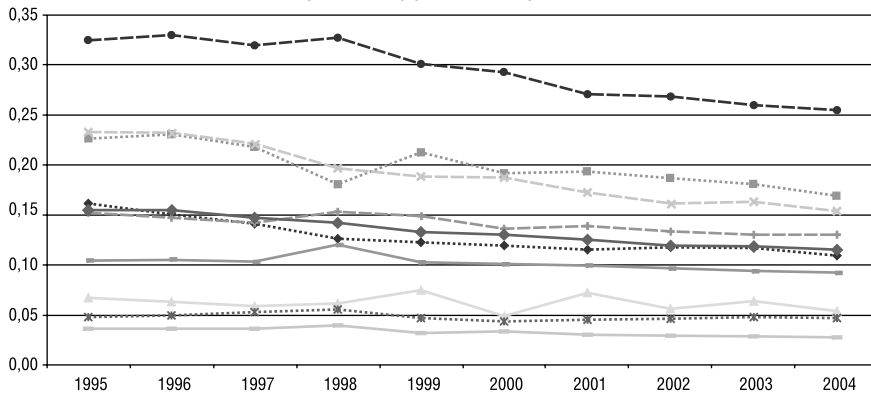
Методология оценки стохастической производственной функции позволяет разложить темпы роста СПФ на вклад от технологического прогресса и изменения уровня неэффективности производства данного предприятия. На рис. 6 мы видим, что отрицательные темпы технологического прогресса в 1995–1997 годах сменились на положительные после 1998 года, причем темпы роста увеличиваются каждый год.

В двух секторах экономики динамика темпов технологического прогресса расходится с общей тенденцией. В электроэнергетике и топливной промышленности темпы роста после

Технологический прогресс



Уровень неэффективности производства



Изменение уровня неэффективности производства

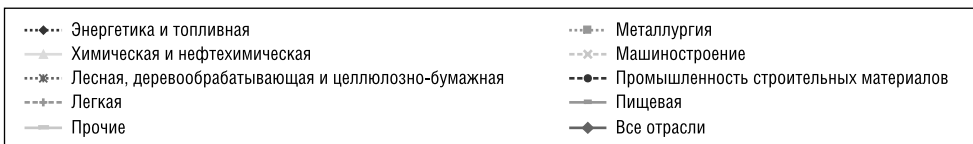
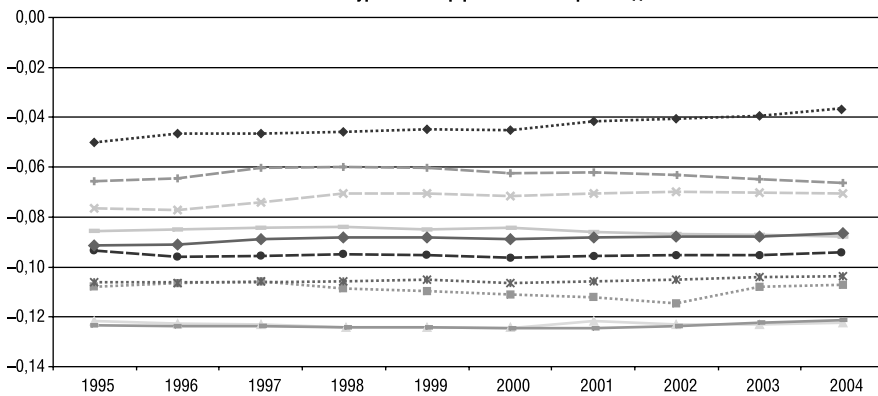


Рис. 6. Темпы технологического прогресса и изменения уровня неэффективности производства

Оценка эффективности производства российских промышленных предприятий

2000 года стагнируют, и к 2004-му мы наблюдаем большой разрыв относительно других секторов экономики. В химической и нефтехимической промышленности технологический прогресс был существенно выше средних показателей по всей промышленности в начальные годы, затем темпы роста стали постоянными и к концу периода оказались ниже, чем в других секторах промышленности.

Оценки среднего уровня неэффективности производства оказались весьма низкими, составляя 12–15% (в разные годы) в целом по промышленности. Это говорит о том, что существует большой разброс в расстоянии до границы производственных возможностей внутри каждой отрасли. Есть сектора экономики, где средние показатели неэффективности производства не превышают 10% по всем годам, — это химическая и нефтехимическая промышленность, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная. Но даже в отраслях, где этот показатель существенно выше среднего по промышленности, — как в промышленности строительных материалов, все равно в среднем он оказывается порядка 30%, т. е. эффективность средней фирмы составляет только 30% от возможной производительности в данной отрасли. Причем мы наблюдаем устойчивую тенденцию к падению средних показателей неэффективности производства; обычно изменение уровня неэффективности производства по промышленности составляет 9% ежегодно, т. е. разрыв в уровне эффективности предприятий увеличивается. При том что темпы технологического прогресса достаточно высоки, низкий уровень показателя неэффективности производства у большой группы предприятий приводит в целом к замедлению темпов роста СПФ в разных секторах. (Вклад третьей компоненты, отражающей отдачу от масштаба, близок к нулю во всех отраслях).

Такие оценки совпадают с другими исследованиями производительности предприятий российской промышленности. В последнем отчете Всемирного банка также отмечается огромный разрыв в производительности труда внутри различных секторов российской экономики. Таким образом, существует большая группа неэффективных предприятий, которые продолжают оставаться на рынке в течение многих лет, т. е. отсутствуют механизмы, заставляющие неэффективные предприятия покидать рынок, и, как следствие, мы наблюдаем неэффективное использование факторов производства.

Заключение

В данном исследовании мы оценили темпы роста совокупной производительности факторов, используя три различных методологии. При оценках непараметрическим методом и на основе оценки транслогафимической функции мы получили, что темпы роста СПФ были отрицательными до резкого падения курса рубля в 1998-м. Девальвация рубля привела к резкому росту эффективности производства во всех секторах экономики, но этот источник роста быстро исчерпал себя, и к 2004 году мы наблюдаем низкие, а в некоторых секторах — отрицательные темпы роста СПФ.

Оценки СПФ на основе стохастической производственной функции позволяют нам разложить динамику СПФ на изменения за счет технологического прогресса и за счет уровня неэффективности производства — в смысле расстояния до границы производственных возможностей. Мы видим, что темпы технологического прогресса увеличивались в 1995–2004 годы, но положительное влияние этого фактора сдерживалось увеличением разрыва в эффективности производства внутри каждой отрасли.

Список отраслей

Код отрасли	Название отрасли
Электроэнергетика и топливная	
1101	Тепловые, атомные, гидро- и прочие электростанции
1102	Электрические сети
1103	Тепловые сети, самостоятельные котельные
1104	Нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая и газовая промышленность
1105	Угольная промышленность
1106	Торфяная промышленность
Металлургия	
1201	Черная металлургия
1202	Цветная металлургия
1203	Промышленность редких металлов и полупроводниковых материалов, промышленность драгоценных металлов и алмазов, обработка цветных металлов, электродная промышленность
Химическая и нефтехимическая промышленность	
1301	Горнохимическая промышленность, основная химия
1302	Промышленность волокон и нитей химических, промышленность синтетических смол и пластических масс
1303	Промышленность пластмассовых изделий, стекловолоконистых материалов, стеклопластиков и изделий из них
1304	Лакокрасочная промышленность
1305	Промышленность химических реактивов и особо чистых веществ, промышленность синтетических красителей, химико-фотографическая промышленность, промышленность бытовой химии
Машиностроение	
1401	Турбостроение, котлостроение
1402	Дизелестроение, металлургическое машиностроение
1403	Горношахтное и горнорудное машиностроение
1404	Подъемно-транспортное машиностроение
1405	Железнодорожное машиностроение
1406	Производство электротехнических машин, оборудования, аппаратуры и изделий производственного назначения
1407	Кабельная, электроламповая, электроизоляционная, аккумуляторная и элементная промышленность, производство электросварочного оборудования
1408	Химическое и полимерное машиностроение
1409	Производство нефтепромыслового и бурового геолого-разведочного оборудования, производство нефтегазоперерабатывающего оборудования, производство оборудования для целлюлозно-бумажной промышленности, компрессорное машиностроение, холодильное машиностроение
1410	Производство вакуумных насосов и агрегатов, кислородное и криогенное машиностроение, производство оборудования для газопламенной обработки металлов и металлизации изделий, производство насосов, производство промышленной трубопроводной арматуры, производство газоочистительного и пылеулавливающего оборудования и аппаратуры, производство окрасочного оборудования
1411	Производство металлорежущих станков, производство деревообрабатывающего оборудования, производство кузнечно-прессового оборудования, производство литейного оборудования

Оценка эффективности производства российских промышленных предприятий

Код отрасли	Название отрасли
1412	Производство металло- и деревообрабатывающего инструмента, производство технологической оснастки, промышленность по производству искусственных алмазов, абразивных материалов и инструмента из них, производство механического сварочного оборудования
1413	Промышленность межотраслевых производств
1414	Приборостроение
1415	Промышленность средств вычислительной техники
1416	Производство автомобилей, автобусов, троллейбусов и прицепов к автомобилям и тракторам, производство мотоциклов и велосипедов
1417	Производство автомобильного и тракторного электрооборудования и приборов, производство прочего оборудования и инструмента, подшипниковая промышленность
1418	Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение
1419	Строительно-дорожное машиностроение
1420	Производство оборудования для промышленности строительных материалов
1421	Коммунальное машиностроение
1422	Производство оборудования для легкой промышленности
1423	Производство технологического оборудования для пищевой и комбикормовой промышленности
1424	Производство технологического оборудования для предприятий торговли и общественного питания, производство технологического оборудования для полиграфической промышленности
1425	Производство бытовых приборов и машин
1426	Производство санитарно-технического и газового оборудования и изделий
1427	Авиационная промышленность
1428	Оборонная промышленность
1429	Судостроительная промышленность
1430	Радиопромышленность
1431	Промышленность средств связи
1432	Электронная промышленность
1433	Прочие виды производств машиностроения
1434	Производство металлических конструкций
1435	Производство контейнерных и сборно-разборных зданий и помещений, промышленность металлических изделий производственного назначения
1436	Производство хозяйственной посуды и кухонного инвентаря
1437	Производство предметов личного пользования, производство металлического инвентаря для физической культуры и спорта
1438	Ремонт промышленного оборудования и приборов, ремонт измерительных приборов, ремонт подвижного состава железных дорог
1439	Ремонт судов
1440	Ремонт грузовых автомобилей и автобусов
1441	Ремонт и техническое обслуживание легковых автомобилей и других транспортных средств по заказам населения
1442	Ремонт тракторов и сельскохозяйственных машин
1443	Ремонт строительных и дорожных машин, ремонт трамваев, вагонов метро и троллейбусов, ремонт гражданских самолетов, вертолетов, их оборудования и авиационных двигателей

Код отрасли	Название отрасли
1444	Ремонт и комплексное централизованное обслуживание средств вычислительной техники, ремонт разного производственного оборудования, ремонт разного непромышленного оборудования
1445	Производственно-техническое, техноторговое обслуживание и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры, бытовых машин, приборов и металлоизделий
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	
1501	Лесозаготовительная промышленность
1502	Лесопильное производство
1503	Производство стандартных домов, производство строительных деталей из древесины и плит на древесной основе, производство деревянных контейнерных, цельноперевозных и сборно-разборных зданий и помещений
1504	Производство фанеры, производство и ремонт деревянной тары
1505	Мебельная промышленность
1506	Производство спичек и прочие деревообрабатывающие производства
1507	Целлюлозно-бумажная промышленность, лесохимическая промышленность
Промышленность строительных материалов	
1601	Цементная промышленность
1602	Промышленность асбестоцементных изделий, промышленность мягких кровельных и гидроизоляционных материалов
1603	Промышленность сборных железобетонных и бетонных конструкций и изделий
1604	Промышленность стеновых материалов
1605	Промышленность строительной керамики, производство строительных материалов и изделий из полимерного сырья
1606	Промышленность нерудных строительных материалов
1607	Промышленность по добыче и обработке облицовочных материалов из природного камня, промышленность пористых заполнителей
1608	Промышленность известняковых, гипсовых и местных вяжущих материалов и изделий из них
1609	Промышленность теплоизоляционных материалов, асбестовая промышленность, неметаллорудная промышленность, прочие производства промышленности строительных материалов
1610	Стекольная промышленность
1611	Фарфоро-фаянсовая промышленность
Легкая промышленность	
1701	Первичная обработка льна, первичная обработка прочих лубяных волокон, первичная обработка шерсти
1702	Хлопчатобумажная и льняная промышленность
1703	Шерстяная промышленность
1704	Шелковая промышленность, производство нетканых материалов, пеньково-джутовая промышленность, сетевязальная промышленность
1705	Производство текстильной галантереи, производство трикотажных изделий
1706	Изготовление трикотажных изделий по заказам населения, ремонт трикотажных изделий
1707	Валяльно-войлочная промышленность
1708	Производство швейных изделий (без пошива по заказам населения)
1709	Изготовление швейных изделий по заказам населения, ремонт швейных изделий

Код отрасли	Название отрасли
1710	Производство натуральных кож, производство искусственных кож и пленочных материалов, производство искусственного меха, кожевенно-галантерейная промышленность, шорно-седельное производство
1711	Меховая промышленность
1712	Производство обуви (без пошива по заказам населения)
1713	Пошив обуви по заказам населения, ремонт обуви
1714	Щетинно-щеточная промышленность, дубильно-экстрактовая промышленность, производство пуговиц, прочие производства легкой промышленности
1801	Сахарная промышленность
1802	Хлебопекарная промышленность
1803	Кондитерская промышленность
1804	Макаронная промышленность
1805	Масложировая промышленность
1806	Производство мыла и моющих средств, парфюмерно-косметическая промышленность
1807	Спиртовая промышленность
1808	Ликероводочная промышленность
1809	Винодельческая промышленность
1810	Пивоваренная промышленность, производство безалкогольных напитков
1811	Дрожжевая промышленность, крахмалопаточная промышленность, соляная промышленность, чайная промышленность, табачно-махорочная промышленность
1812	Фруктоовощная промышленность
1813	Мясная промышленность
1814	Маслосырдельная и молочная промышленность
1815	Рыбная промышленность
Прочие промышленные производства	
1901	Микробиологическая промышленность
1902	Мукомольно-крупяная промышленность
1903	Комбикормовая промышленность
1904	Химико-фармацевтическая промышленность
1905	Промышленность медицинской техники, производство медицинских изделий из стекла, фарфора и пластмасс
1906	Полиграфическая промышленность
1907	Другие промышленные производства

Список литературы

Battese G., Coelli T. Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India // *Journal of Productivity Analysis*, 1992. № 3.

Harberger A. A Vision of the Growth Process // *The American Economic Review*. 1998. Vol. 88. № 1.

Kumbhakar S., Lovell C.A.K. Stochastic Frontier Analysis. Cambridge University Press, 2000.

Pavcnik N. Trade liberalization, exit, and productivity improvements: evidence from Chilean plants // *NBER Working paper*. 1999. № 7852.

Solow R. Technical Change and the Aggregate Production Function // *Review of Economics and Statistics*. 39:312–320. 1957.