

---

---

РЕГИОНАЛЬНЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ

---

---

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНОВ РФ  
НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА  
С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ГОТОВНОСТИ К ИННОВАЦИЯМ\***

© 2014 г. С.А. Айвазян, М.Ю. Афанасьев, В.А. Руденко

(Москва)

На основе авторской методологии построены статические и динамические модели производственного потенциала регионов РФ. Обоснован вывод, что для рассматриваемого периода времени разделение совокупности регионов на кластеры при построении модели производственного потенциала проводить нецелесообразно. Идентифицированы характеристики готовности регионов к инновациям, допускающие трактовку как факторы эффективности производства. Показано, что учет фактора эффективности в модели производственного потенциала позволяет значительно повысить дифференциацию оценок технической эффективности производства.

В результате сопоставления региональных рейтингов реального ВРП и граничного ВРП выявлены локально эффективные регионы, имеющие относительно высокие оценки эффективности среди регионов с близкими объемами ВРП, и локально неэффективные регионы. Использование понятия «локальная эффективность» представляется конструктивным в контексте определения перспектив развития региона, основанных на содержательной трактовке набора показателей, характеризующих факторы эффективности. Рассчитаны предельные эффекты влияния факторов эффективности на результат производственной деятельности региона и соответствующие коэффициенты эластичности.

**Ключевые слова:** региональная экономика, эконометрическое моделирование, стохастическая граница, оценка эффективности, факторы эффективности, локальная эффективность.

**Классификация JEL:** C120, C510, R150.

## ВВЕДЕНИЕ

Цель исследования – анализ эффективности использования основных производственных факторов (физического капитала и трудовых ресурсов) регионами РФ. Основное внимание уделяется идентификации и оценке влияния факторов эффективности. При этом авторы подчеркивают целесообразность проведения многоаспектного анализа эффективности на основе учета различных групп факторов, характеризующих основные направления регионального развития. Выбор таких факторов зависит от целей исследования. На региональном уровне одна из стратегических задач – обоснование возможности и экономической целесообразности воздействия на управляемые факторы эффективности с целью повышения результатов производственной деятельности. В этом контексте можно говорить об идентификации совокупности факторов, достаточно полно характеризующих эффективность регионального производства. Эта задача созвучна идее формирования сбалансированной системы показателей (Каплан, Нортон, 2005), позволяющих контролировать траекторию развития экономического объекта. Анализ факторов регионального развития является актуальной задачей, к решению которой с различных позиций подходят многие авторы. Так, в работе (Бадалов, Чайникова, 2011) на основе усреднения нормированных значений совокупности показателей строятся оценки конкурентоспособности регионов. В работе (Корицкий, 2009) на основе эконометрического подхода оценивается влияние человеческого капитала и других факторов производства на доходы населения в регионах России. Результаты

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект 14-02-00031).

этих и ряда других региональных исследований обращают внимание на две проблемы, имеющие системный характер.

Во-первых, важно разделять основные – с позиций экономической теории – факторы производства и сопутствующие производственные факторы, в том числе – факторы эффективности. Например, усреднение показателя, характеризующего объем инвестиций в основной капитал, и показателя, характеризующего рентабельность валового продукта региона, приводит к результату, трудно интерпретируемому с позиций экономической теории и потому малоприспособленному для решения задач управления.

Во-вторых, особое внимание необходимо уделять обоснованию методов агрегирования информации, используемой в региональных исследованиях. Упрощение подходов к решению объективно сложной проблемы формирования свертки показателей и недооценка важности учета влияния веса каждого из них может стать причиной потери информации и, как следствие, неверных оценок.

Исследование эффективности регионального производства на основе методологии моделирования производственного потенциала, представленной авторами, например в работе (Айвазян, Афанасьев, 2013), позволяет теоретически обоснованно учесть эти проблемы. В данной работе рассматривается одна группа факторов эффективности: факторы, определяющие готовность региона к инновациям. Анализ влияния этих факторов на показатели эффективности производства создает возможность формировать на федеральном и региональном уровнях задачи инновационного развития. Впоследствии будет проведен анализ влияния на эффективность регионального производства других групп факторов. В том числе – определяющих уровень и качество жизни населения (Айвазян, 2012). Также планируется расширить сферу применения предлагаемого здесь подхода на основе учета интеллектуального капитала региона как основного фактора производства.

В качестве инструмента исследования используется модель производственного потенциала региона. Понятие *производственный потенциал* имеет широкую сферу применения и различные трактовки, каждая из которых предоставляет определенные преимущества. Оно допускает возможности детализации, удобные в контексте задач управления производством. В экономической науке производственный потенциал является одним из предметов исследования, а модели производственного потенциала – инструментом анализа экономических объектов. Не подвергая критике альтернативные подходы, авторы опираются на представление о производственном потенциале, базирующемся на концепции стохастической граничной производственной функции и теории Х-эффективности. С позиций теории Х-эффективности можно предложить следующие определения производственного потенциала, учитывающие воздействие факторов неопределенности и эффективности на результаты производственного процесса. Производственный потенциал – *объем производства, возможный при фиксированных объемах основных производственных факторов в условиях случайного воздействия сопутствующих производственных факторов*. Для того чтобы построить модель производственного потенциала, необходимо описать ее детерминированную составляющую, определяющую зависимость результатов производства и стохастическую составляющую, позволяющую конкретизировать уровень случайного воздействия сопутствующих производственных факторов. В результате проведенных исследований авторами обоснована целесообразность описания нескольких видов производственного потенциала, отличающихся уровнем случайного воздействия каждой группы факторов. В соответствии с целями исследования могут быть построены модели реального, граничного и достижимого производственных потенциалов.

**Реальный производственный потенциал** – объем производства, возможный при фиксированных объемах основных производственных факторов в условиях случайного воздействия сопутствующих факторов, соответствующего наблюдаемым результатам производства. Для того чтобы построить модель реального производственного потенциала, необходимо описать ее детерминированную составляющую, определяющую зависимость результатов производства, и стохастическую составляющую, отражающую уровень случайного воздействия факторов неопределенности и факторов эффективности, соответствующий наблюдаемым результатам производства.

**Граничный производственный потенциал** – объем производства, возможный при фиксированных объемах основных производственных факторов в условиях случайного воздействия факторов неопределенности, соответствующего наблюдаемым результатам производства, и отсутствию неэффективности. Если производство эффективно, то граничный производственный потенциал совпадает с реальным производственным потенциалом, так как в этом случае модель реального производственного потенциала фиксирует отсутствие неэффективности. Если производство неэффективно, то граничный производственный потенциал является гипотетическим результатом повышения реального производственного потенциала за счет полного устранения неэффективности.

**Достижимый производственный потенциал** определяет тот объем производства, который может быть получен при заданных значениях основных производственных факторов в условиях случайного воздействия факторов неопределенности и факторов эффективности, но с учетом достижимого управления последними (разд. 2).

# 1. ДВУХФАКТОРНАЯ СТАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА И ОБЩАЯ МЕТОДИКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗ, С НЕЙ СВЯЗАННЫХ

Двухфакторная статическая модель реального производственного потенциала может быть представлена в виде

$$R_i = \exp\{\beta_0\} K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2} \exp\{\nu_i - u_i\}, \quad \nu_i \in N(0, \sigma_\nu^2), \\ u_i \in N^+(\delta_0 + \delta_1 z_i^1 + \dots + \delta_m z_i^m, \sigma_u^2),$$

или в логарифмическом виде –

$$\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \nu_i - u_i, \quad \nu_i \in N(0, \sigma_\nu^2), \\ u_i \in N^+(\delta_0 + \delta_1 z_i^1 + \dots + \delta_m z_i^m, \sigma_u^2), \quad (1)$$

где  $R_i$  – результат производственной деятельности региона  $i$ ,  $i = 1, \dots, n$ ;  $K_i$  – объем физического капитала региона;  $L_i$  – отъем трудовых ресурсов региона;  $z_i^1, \dots, z_i^m$  – характеристики  $m$  факторов эффективности региона;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \delta_0, \dots, \delta_m, \sigma_u^2, \sigma_\nu^2$  – параметры модели.

Эта двухфакторная статическая модель производственного потенциала включает детерминированную и случайную составляющие. Детерминированная составляющая описывается степенной зависимостью объема производства от объемов труда и физического капитала. Обоснование выбора степенной функции для описания детерминированной составляющей модели представлено в (Айвазян, Афанасьев, 2011).

Случайная составляющая отражает результаты воздействия факторов неопределенности и факторов эффективности. Для моделирования результатов воздействия факторов неопределенности используется нормально распределенная случайная величина с нулевым математическим ожиданием. Для моделирования результатов воздействия факторов эффективности в соответствии с методологией стохастической границы (Aigner, Lovell, Schmidt, 1977) используется неотрицательная случайная величина, имеющая усеченное в нуле нормальное распределение. Далее эту случайную величину мы будем называть неэффективной составляющей модели производственного потенциала. Оценки параметров модели формируются методом максимального правдоподобия. Для каждой модели, включающей неэффективную составляющую, может быть проверена нулевая гипотеза  $H_0^1: \sigma_u^2 = 0, \delta_j = 0 (j = 1, \dots, m)$ , т.е. неэффективность отсутствует. Если нулевая гипотеза не отвергается, то оценки параметров модели могут быть получены методом наименьших квадратов. Если гипотеза отвергается, то результаты воздействия факторов эффективности моделируются в соответствии с формальной схемой спецификации, представленной в (Айвазян, Афанасьев, Руденко, 2012).

Модель граничного производственного потенциала имеет вид

$$\bar{R}_i = \exp\{\beta_0\} K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2} \exp\{\nu_{ii}\}, \quad \nu_{ii} \in N(0, \sigma_\nu^2),$$

где  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \sigma_v^2$  – оцененные параметры модели реального производственного потенциала;  $\bar{R}_i$  – результат производственной деятельности региона в условиях случайного воздействия факторов неопределенности, соответствующего наблюдаемым результатам производства и отсутствию неэффективности.

Технологическая эффективность производства определяется для региона случайной величиной  $TE_i = R_i/\bar{R}_i = \exp\{-u_i\}$ .

Функция плотности условного распределения  $f(u_i|\varepsilon_i)$  (Kumbhakar, Lovell, 2004) вычисляется по формуле

$$f(u_i|\varepsilon_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_*}\Phi(\tilde{\mu}_i/\sigma_*)} \exp\left\{-\frac{(u_i - \tilde{\mu}_i)^2}{2\sigma_*^2}\right\},$$

где  $\varepsilon_i = v_i - u_i$ ,  $\Phi(x)$  – функция стандартного нормального распределения. То есть  $u_i|\varepsilon_i \in N^+(\tilde{\mu}_i, \sigma_*^2)$  – условное распределение случайной величины  $u_i$  будет усеченным в нуле нормальным распределением с параметрами  $\tilde{\mu}_i = (\delta z_i \sigma_v^2 - \varepsilon_i \sigma_U^2)/\sigma^2$ ,  $\sigma_*^2 = \sigma_U^2 \sigma_v^2 / \sigma^2$ ,  $\sigma^2 = \sigma_U^2 + \sigma_v^2$ .

Несмещенной оценкой технологической эффективности является (Battese, 1988) условное математическое ожидание

$$E(\exp\{-u_i\}|\varepsilon_i) = \frac{\Phi(\tilde{\mu}_i/\sigma_* - \sigma_*)}{\Phi(\tilde{\mu}_i/\sigma_*)} \exp\left\{\frac{1}{2}\sigma_*^2 - \tilde{\mu}_i\right\}. \quad (1^*)$$

Если не сделаны дополнительные замечания, то при анализе эффективности регионов будет использоваться эта оценка.

## 2. К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ДОСТИЖИМОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ

Факторы эффективности могут быть управляемыми и неуправляемыми. Управляемыми следует считать такие факторы эффективности, которые, во-первых, можно идентифицировать и, во-вторых, воздействием которых можно полностью или частично управлять. Если производство неэффективно, повысить реальный производственный потенциал и приблизиться к граничному производственному потенциалу можно за счет целенаправленного воздействия на управляемые факторы эффективности. Исходя из этого, конструктивным представляется введенное авторами понятие *достижимый производственный потенциал*, учитывающее возможность таких управляющих воздействий. Как было сказано выше, достижимый производственный потенциал – объем производства, возможный при фиксированных объемах основных производственных факторов в условиях случайного воздействия сопутствующих производственных факторов, соответствующего наблюдаемым результатам производства и достижимым характеристикам управляемых факторов эффективности. Для того чтобы построить модель достижимого производственного потенциала, необходимо выявить управляемые факторы эффективности. Тогда модель достижимого производственного потенциала будет включать детерминированную составляющую, определяющую зависимость результата производства от объема основных производственных факторов, и стохастическую составляющую, характеризующую совокупное воздействие факторов неопределенности и факторов эффективности при значениях характеристик управляемых факторов эффективности, достижимых в результате целенаправленного воздействия на эти факторы. Подходы к решению подобной задачи представлены в работе авторов (Айвазян, Афанасьев, 2009).

При условии независимости случайных величин  $v_i$  и  $u_i$  ожидаемое значение реального производственного потенциала региона равно

$$E(R_i) = \exp\left\{\beta_0 + \frac{1}{2}\sigma_v^2\right\} K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2} E(\exp\{-u_i\}).$$

Предельный эффект влияния фактора эффективности  $z^j$  на результат производственной деятельности региона  $i$  определяется выражением

$$\frac{d}{dz_i^j} E(R_i) = \exp \left\{ \beta_0 + \frac{1}{2} \sigma_v^2 \right\} K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2} \frac{d}{dz_i^j} E(\exp \{-u_i\}).$$

Так как

$$E(\exp \{-u_i\}) = \frac{\Phi(\mu_i/\sigma_u - \sigma_u)}{\Phi(\mu_i/\sigma_u)} \exp \left\{ \frac{1}{2} \sigma_u^2 - \mu_i \right\},$$

то  $\frac{d}{dz_i^j} E(\exp \{-u_i\}) = \delta_j W_i$ , где  $\mu_i = \delta z_i$ ,

$$W_i = \frac{1}{\sigma_u} \exp \left\{ \frac{1}{2} \sigma_u^2 - \mu_i \right\} \left[ \frac{\phi(\mu_i/\sigma_u - \sigma_u)}{\Phi(\mu_i/\sigma_u)} - \frac{\Phi(\mu_i/\sigma_u - \sigma_u)}{\Phi(\mu_i/\sigma_u)} \left( \sigma_u + \frac{\phi(\mu_i/\sigma_u)}{\Phi(\mu_i/\sigma_u)} \right) \right],$$

$\phi(x)$  – функция плотности стандартного нормального распределения.

Таким образом, предельный эффект влияния фактора эффективности на результат производственной деятельности региона определяется величиной

$$\frac{d}{dz_i^j} (E(R_i)) = \exp \left\{ \beta_0 + \frac{1}{2} \sigma_v^2 \right\} K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2} \delta_j W_i. \quad (1^{**})$$

Предельные экономические эффекты целенаправленных воздействий на значения факторов эффективности региона могут быть оценены величинами

$$\frac{d}{dz_i^j} (E(R_i) - c_i(z_i)),$$

где  $c_i(z_i)$  – издержки региона в рассматриваемый период на обеспечение значений факторов эффективности  $z_i = (z_i^{(1)}, \dots, z_i^{(m)})$ . Тогда

$$\frac{d}{dz_i^j} (E(R_i) - c_i(z_i)) = \exp \left\{ \beta_0 + \frac{1}{2} \sigma_v^2 \right\} K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2} \delta_j W_i - \frac{d}{dz_i^j} c_i(z_i).$$

Оценка издержек  $c_i(z_i)$  региона на обеспечение значений факторов эффективности не входит в задачи этой работы. Поэтому анализ экономической эффективности целенаправленного воздействия на факторы эффективности не проводится. Однако будут получены предельные эффекты влияния факторов эффективности на результат производственной деятельности региона.

Оценить знак величины  $W_i$  аналитически не представляется возможным. Анализ методом имитации позволяет сделать вывод, что при любых значениях параметров величина  $W_i$  отрицательна. Таким образом, при отрицательном значении оценки параметра  $\delta_j$  предельный эффект влияния фактора эффективности на ожидаемое значение реального производственного потенциала положительно. При положительном значении – отрицательно.

### 3. ДАННЫЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ РФ НА ПЕРИОД 2002–2011 гг. ОЦЕНКИ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ, РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОИЗВОДСТВА И ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Для построения модели производственного потенциала на временном интервале 2006–2011 гг. взяты данные по 80 регионам РФ. Перечень регионов, сгруппированных по федеральным округам, представлен в табл. П1 Приложения. Номера регионов, указанные в этой таблице, являются в тексте работы индексами регионов, если не будут сделаны специальные замечания. На интервале 2002–2006 гг. используются данные по 79 регионам (без Чеченской Республики).

Сформирована база данных, включающая показатели, приведенные в табл. 1.

**Таблица 1.** Показатели для построения модели производственного потенциала и официальные источники информации

| Обозначение | Показатель                                                                    | Источник информации                          |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| $R1$        | Валовый региональный продукт, млн руб.                                        | (Валовый региональный продукт, 2012)         |
| $K1$        | Стоимость основных фондов, млн руб.                                           | (Стоимость основных фондов, 2012)            |
| $L1$        | Численность экономически активного населения, тыс. чел.                       | (Среднегодовая численность..., 2012)         |
| $L2$        | Численность занятых, тыс. чел.                                                | (Численность безработных, 2012)              |
| $F1$        | Доля инновационно-активных предприятий в общем числе предприятий региона, %   | (Инновационная активность организаций, 2012) |
| $F2$        | Число персональных компьютеров с доступом в Интернет на 100 работников        | (Число персональных компьютеров..., 2012)    |
| $F3$        | Численность персонала, занятого научными исследованиями на 100 тыс. населения | (Численность персонала..., 2012)             |
| $F4$        | Число выданных патентов                                                       | (Поступление патентных заявок, 2012)         |

В качестве показателя, характеризующего результат производственной деятельности региона, рассматривается валовый региональный продукт (ВРП)  $R_i = R1_i$ . Этот показатель может быть измерен как в текущих ценах рассматриваемого периода, так и в сопоставимых ценах. Для преобразования оценок ВРП в текущих ценах к оценкам в сопоставимых ценах могут быть использованы индексы ВРП. В этой работе ВРП в текущих ценах рассматривается в качестве единственной характеристики результата производственной деятельности региона. На следующих этапах исследования предполагается задействовать также альтернативные оценки.

В качестве оценки объема физического капитала берется стоимость основных фондов  $K_i = K1_i$ . Этот показатель характеризует накопленные инвестиции в основные фонды с учетом их выбытия. Объем физического капитала может быть оценен также на основе показателей, характеризующих инвестиции в основной капитал. Однако в данной работе такая возможность не анализируется.

Для построения модели производственного потенциала взяты две оценки объема трудозатрат. Традиционный подход состоит в том, что объем трудозатрат измеряется численностью занятых, т.е. численностью жителей региона, непосредственно создающих ВРП. Однако численность безработных также косвенно влияет на объем ВРП, так как уровень безработицы оказывает воздействие на производительность труда занятых. Поэтому в качестве оценки объема трудозатрат можно рассматривать численность экономически активного населения. Нам представляется, что выбор оценки трудозатрат должен определяться конкретными задачами исследования региональной экономики. Поэтому будет проведено сравнение моделей производственного потенциала региона, построенных как с показателем объема трудозатрат «численность занятых», так и с показателем «численность экономически активного населения», т.е.  $L_i = L1_i$  или  $L_i = L2_i$ .

В качестве **базовой двухфакторной статической модели** для каждого года рассматриваемого периода выберем модель, в которой объем трудозатрат измеряется численностью экономически активного населения, а объем физического капитала – стоимостью основных фондов. В качестве **альтернативной по оценке объема трудозатрат** построим модель, в которой объем трудозатрат измеряется численностью занятых, а объем физического капитала, как в базовой, – стоимостью основных фондов.

**Таблица 2.** Оценки параметров моделей *Stoc. frontier 1* и *Stoc. frontier 2* для каждого года периода 2009–2011 гг.

| Характеристика | <i>Stoc. frontier 1</i><br>2009 | <i>Stoc. frontier 2</i><br>2009 | <i>Stoc. frontier 1</i><br>2010 | <i>Stoc. frontier 2</i><br>2010 | <i>Stoc. frontier 1</i><br>2011 | <i>Stoc. frontier 2</i><br>2011 |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $\ln K$        | 0,8724***                       | 0,8558***                       | 0,8697***                       | 0,8489***                       | 0,8511***                       | 0,8363***                       |
| $\ln L1$       | 0,1497**                        |                                 | 0,1689**                        |                                 | 0,1797***                       |                                 |
| $\ln L2$       |                                 | 0,1643**                        |                                 | 0,1882***                       |                                 | 0,1918***                       |
| const          | –0,2791                         | –0,1374                         | –0,3085                         | –0,1377                         | –0,0767                         | 0,0607                          |
| $\delta_0$     | –0,1431                         | –0,1286                         | –0,1166                         | –0,1633                         | –0,2169                         | –0,2020                         |
| $H_0^1$        | Не отвергается                  | Не отвергается                  | Не отвергается                  | Не отвергается                  | Не отвергается                  | Не отвергается                  |
| $\log likeli$  | 3,2383                          | 3,5088                          | 4,4942                          | 5,0515                          | 3,0084                          | 3,2333                          |

**Примечание.** Здесь и далее в таблицах символами «\*», «\*\*», «\*\*\*» помечены данные с 10-, 5- и 1%-ным уровнем значимости.

В табл. 2 представлены результаты оценки параметров базовой модели (*Stoc. frontier1*), построенной без учета факторов эффективности, с моделью неэффективности  $u_i \in N^+(\delta_0, \sigma_u^2)$  для каждого года периода 2009–2011 гг. и результаты оценки параметров альтернативной по оценке объема трудозатрат модели (*Stoc. frontier 2*).

Проведена проверка гипотезы:

$H_0^2$ : коэффициенты базовой двухфакторной статической модели *Stoc. frontier 1* и модели, альтернативной по оценке объема трудозатрат *Stoc. frontier 2*, равны.

Результаты проверки не противоречат гипотезе  $H_0^2$ . Коэффициенты базовой модели *Stoc. frontier 1* незначимо отличаются от коэффициентов модели *Stoc. frontier 2*, альтернативной по оценке объема трудозатрат.

Проведена проверка гипотезы  $H_0^1$  – неэффективность отсутствует во всех моделях, представленных в табл. 2. Результаты проверки не противоречат гипотезе  $H_0^1$ . Поэтому дополнительно построены соответствующие модели *regress 1* и *regress 2* вида  $\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \nu_i$ , в предположении, что неэффективность отсутствует. МНК-оценки этих моделей представлены в табл. 3.

Оценки коэффициентов при объеме трудозатрат и физического капитала базовой и альтернативной модели, приведенные в табл. 1 и 2, практически совпадают, что подтверждает результаты проверки гипотезы об отсутствии неэффективности в моделях *Stoc. frontier 1* и *Stoc. frontier 2*.

Результаты сравнения МНК-оценок, приведенных в табл. 2, не противоречат гипотезе  $H_0^2$  о том, что коэффициенты при объеме трудозатрат и физического капитала в базовой и альтернативной по объему трудозатрат моделях равны. Поэтому далее при моделировании производ-

**Таблица 3.** Оценки параметров моделей *regress 1* и *regress 2* для каждого года периода 2009–2011 гг.

| Характеристика | <i>regress 1</i><br>2009 | <i>regress 2</i><br>2009 | <i>regress 1</i><br>2010 | <i>regress 2</i><br>2010 | <i>regress 1</i><br>2011 | <i>regress 2</i><br>2011 |
|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $\ln K$        | 0,8724***                | 0,8558***                | 0,8696***                | 0,8483***                | 0,8511***                | 0,8363***                |
| $\ln L1$       | 0,1497**                 |                          | 0,1691**                 |                          | 0,1798***                |                          |
| $\ln L2$       |                          | 0,1643**                 |                          | 0,1884**                 |                          | 0,1918***                |
| const          | –0,2797                  | –0,1380                  | –0,3081                  | –0,1382                  | –0,0786                  | 0,0589                   |
| $R^2$          | 0,9546                   | 0,9549                   | 0,9549                   | 0,9552                   | 0,9566                   | 0,9568                   |

**Таблица 4.** Оценки параметров моделей *Stoc. frontier 1* и *Stoc. frontier 2* при проверке гипотезы  $H_0^3$ 

| Характеристика       | <i>Stoc. frontier 1</i><br>2009 | <i>Stoc. frontier 2</i><br>2009 | <i>Stoc. frontier 1</i><br>2010 | <i>Stoc. frontier 2</i><br>2010 | <i>Stoc. frontier 1</i><br>2011 | <i>Stoc. frontier 2</i><br>2011 |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $\ln K$              | 0,8392***                       | 0,8392***                       | 0,8335***                       | 0,8335***                       | 0,8255***                       | 0,8255***                       |
| $\ln L$              | 0,1750***                       | 0,1750***                       | 0,1946***                       | 0,1946***                       | 0,1982***                       | 0,1982***                       |
| $\delta$             | -0,5471                         |                                 | -0,6388                         |                                 | -0,4858                         |                                 |
| const                | 0,0493                          | 0,1592                          | 0,0651                          | 0,2387                          | 0,1851                          | 0,3959                          |
| $\delta_1$           |                                 | 0,5471                          |                                 | 0,6388                          |                                 | 0,4858                          |
| $\delta_0$           | -0,1318                         | 0,1107                          | -0,1717                         | 0,1751                          | -0,1801                         | 0,2118                          |
| $H_0^1$              | Не отвергается                  | Не отвергается                  | Не отвергается                  | Не отвергается                  | Не отвергается                  | Не отвергается                  |
| $\log \text{likeli}$ | 3,8703                          | 3,8703                          | 5,5174                          | 5,5174                          | 3,4812                          | 3,4812                          |

ственного потенциала объем трудовых затрат будет оцениваться численностью экономически активного населения, т.е. в приводимых ниже моделях производственного потенциала  $L = L1$ , если относительно оценки объема трудовых затрат не делается дополнительных замечаний.

Пусть  $E_i$  – доля безработных в численности экономически-активного населения региона (отношение числа безработных к численности экономически-активного населения региона). Проведем проверку гипотезы:

$H_0^3$ : уровень безработицы российских регионов, зафиксированный данными официальной статистики, не оказывает значимого влияния на объем ВРП региона и не является значимым фактором эффективности производства.

Для этого оценим параметры моделей

*Stoc. frontier 1*:  $\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \delta E_i + \nu_i - u_i$ ,  $u_i \in N^+(\delta_0, \sigma_u^2)$ ;

*Stoc. frontier 2*:  $\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \nu_i - u_i$ ,  $u_i \in N^+(\delta_0 + \delta_1 E_i, \sigma_u^2)$

(табл. 4).

Показатель  $E_i$ , характеризующий уровень безработицы, оказывается незначим в моделях, построенных по данным 2009–2011 гг. Для исключения возможного эффекта мультиколлинеарности показателей  $E_i$  и  $L1_i$  значимость влияния уровня безработицы дополнительно оценена как фактор ВРП в модели:

*Stoc. frontier 3*:  $\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \delta E_i + \nu_i - u_i$ ,  $u_i \in N^+(\delta_0, \sigma_u^2)$

при исключенном влиянии объема трудовых затрат. Характеристика уровня безработицы  $E_i$  в модели *Stoc. frontier 3* оказалась также незначимой. Таким образом, **гипотеза  $H_0^3$  не отвергается**.

Заметим, что максимальные значения функции правдоподобия в моделях *Stoc. frontier 1* и *Stoc. frontier 2* совпадают с точностью до четвертого знака. Здесь наблюдается достаточно редкий в эмпирических расчетах случай, когда оценки параметров при переменной  $E_i$ , используемой в модели *Stoc. frontier 1* как фактор ВРП, и в модели *Stoc. frontier 2* как фактор эффективности, совпадают, хотя эти оценки незначимы. Коэффициент  $\delta$  в модели *Stoc. frontier 1* отличается от коэффициента  $\delta_1$  модели *Stoc. frontier 2* только знаком. Так как знак при случайной переменной  $u_i$  в модели *Stoc. frontier 2* отрицателен, действие показателя  $E_i$  в этих двух моделях однонаправлено.



#### 4. АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ КЛАСТЕРОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СТАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ РФ

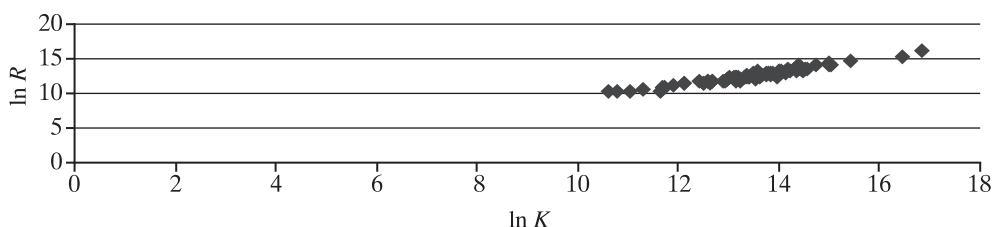
Важным этапом построения модели производственного потенциала региона является проверка однородности данных. Основной вопрос состоит в том, можно ли использовать одну модель вида (1) для описания производственного потенциала всех регионов или таких моделей должно быть несколько. В последнем случае возникает проблема разделения совокупности регионов на кластеры, с тем чтобы для каждого кластера построить специфическую модель производственного потенциала.

Был проведен визуальный анализ зависимости ВРП от объема каждого производственного фактора для каждого года с 2002 по 2011 г. На рис. 1 каждая точка характеризует регион в пространстве объем физического капитала – объем ВРП в логарифмах, по данным 2011 г. Нетрудно убедиться, что вся совокупность 80 регионов хорошо описывается общей линейной зависимостью в пространстве  $(\ln K, \ln R)$ .

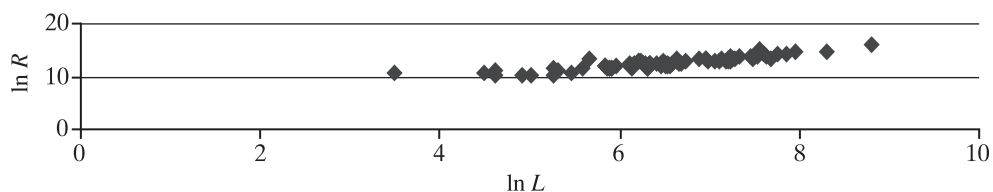
На рис. 2 показана зависимость в логарифмах ВРП региона от объема трудовых затрат, по данным 2011 г. Здесь также наблюдается близкая к линейной общая для всех регионов зависимость в пространстве  $(\ln L, \ln R)$ .

Как показано на рис. 3, для экономики США также характерна близкая к линейной зависимость валового продукта (GDP) пятидесяти американских штатов от численности экономически активного населения.

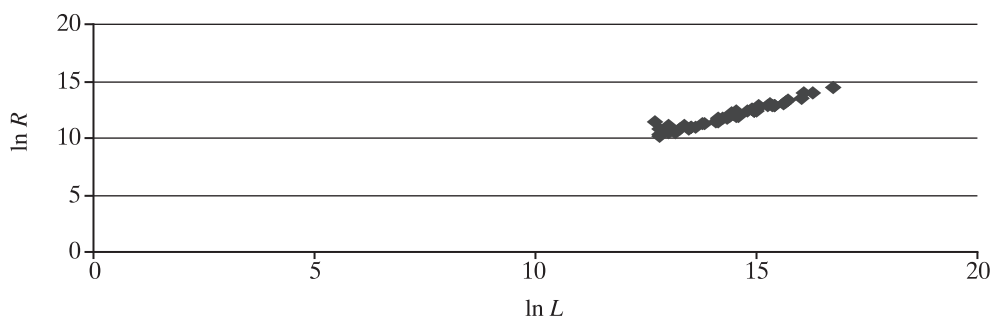
Такая же ситуация в российской экономике наблюдается для других годов рассматриваемого периода. Поэтому появляется основание для того, чтобы для каждого года построить общую для



**Рис. 1.** Зависимость ВРП от объема физического капитала (в логарифмах) по данным 2011 г.



**Рис. 2.** Зависимость ВРП от объема трудовых затрат (в логарифмах) по данным 2011 г.



**Рис. 3.** Зависимость GDP от объема трудовых затрат для американских штатов (в логарифмах) по данным 2008 г.

всех регионов статическую модель производственного потенциала, не разделяя их совокупность на кластеры.

С целью формального подтверждения такой возможности проведена проверка нулевой гипотезы:

$H_0^4$ : параметры модели производственного потенциала, построенной на основе данных по регионам любого федерального округа, не отличаются от параметров модели производственного потенциала, построенной на основе данных всех регионов РФ.

В качестве базовой для проверки гипотезы использована модель

$$\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \nu_i - u_i, \nu_i \in N(0, \sigma_\nu^2), u_i \in N^+(\delta_0, \sigma_u^2). \quad (2)$$

Оценки параметров этой модели по данным 2011 г. приведены в табл. 2 (см. модель *Stoc. frontier1*).

Для проверки гипотезы  $H_0^4$  построены три модели:

$$\begin{aligned} \ln R_i &= \beta_0 + \tilde{\beta}_0 Dfd_i + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \nu_i - u_i, \\ \ln R_i &= \beta_0 + (\beta_1 + \tilde{\beta}_0 Dfd_i) \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \nu_i - u_i, \\ \ln R_i &= \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + (\beta_2 + \tilde{\beta}_2 Dfd_i) \ln L_i + \nu_i - u_i. \end{aligned}$$

Здесь  $Dfd_i = 1$ , если регион  $i$  входит в федеральный округ с индексом  $fd$ . В противном случае  $Dfd_i = 0$ . В каждой модели введена только одна контрольная переменная, для того чтобы избежать эффекта мультиколлинеарности. Параметры этих трех моделей были оценены для каждого федерального округа по данным 2011 г. Оценки коэффициентов  $\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1, \tilde{\beta}_2$  при контрольных переменных оказались незначимы для всех федеральных округов. Результаты оценки параметров  $\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1, \tilde{\beta}_2$  для трех федеральных округов приведены в табл. 5 ( $fd = 1$  для Центрального федерального округа,  $fd = 2$  для Северо-Западного федерального округа,  $fd = 5$  для Приволжского федерального округа).

**Таблица 5.** Оценки параметров  $\tilde{\beta}_0, \tilde{\beta}_1, \tilde{\beta}_2$  при выборочной проверке гипотез  $H_0^4$  и  $H_0^5$

| Параметр          | <i>Stoc. frontier</i><br>2011, $fd = 1$ | <i>Stoc. frontier</i><br>2011, $fd = 2$ | <i>Stoc. frontier</i><br>2011, $fd = 5$ | <i>Stoc. frontier</i><br>2011, $g = g_{max}$ | <i>Stoc. frontier</i><br>2003, $g = g_{min}$ |
|-------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| $\tilde{\beta}_0$ | -0,0271                                 | -0,0119                                 | -0,0174                                 | 0,0287                                       | 0,0646                                       |
| $\tilde{\beta}_1$ | -0,0014                                 | -0,0049                                 | -0,0045                                 | 0,0019                                       | 0,0009                                       |
| $\tilde{\beta}_2$ | -0,0020                                 | -0,0101                                 | -0,0084                                 | 0,0037                                       | 0,0076                                       |

При этом оценки константы  $\beta_0$  и коэффициентов  $\beta_1, \beta_2$  при основных факторах в этих трех моделях незначимо отличаются от оценок соответствующих коэффициентов базовой модели (2), оцененной по данным 2011 г. (см. модель *Stoc. frontier 1* в табл. 2). В результате проверки гипотезы  $H_0^4$  не отвергается. Выборочная проверка гипотезы для различных федеральных округов по данным 2002–2010 гг. позволяет сделать вывод, что результаты не противоречат гипотезе  $H_0^4$  для периода 2002–2011 гг.

Проведена проверка гипотезы:

$H_0^5$ : параметры модели производственного потенциала, построенной на основе данных по регионам, имеющим высокий или низкий объем ВРП, не отличаются от параметров модели производственного потенциала, построенной на основе данных всех регионов РФ.

Для проверки гипотезы оценены параметры моделей:

$$\begin{aligned} \ln R_i &= \beta_0 + \tilde{\beta}_0 Dg_i + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \nu_i - u_i, \\ \ln R_i &= \beta_0 + (\beta_1 + \tilde{\beta}_1 Dg_i) \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \nu_i - u_i, \\ \ln R_i &= \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + (\beta_2 + \tilde{\beta}_2 Dg_i) \ln L_i + \nu_i - u_i. \end{aligned}$$

Здесь  $Dg_i = 1$ , если регион  $i$  входит в группу  $g$  регионов, принадлежность к которой определяется объемом их ВРП; в противном случае –  $Dg_i = 0$ . Параметры моделей были выборочно оценены по данным 2002–2011 гг. В предпоследнем столбце табл. 5 приведены оценки коэффициентов для группы  $g = g_{\max}$  из 10 регионов с максимальным объемом ВРП по данным 2011 г.: г. Москва, Тюменская область, Московская область, г. Санкт-Петербург, Республика Татарстан, Свердловская область, Краснодарский край, Красноярский край, Республика Башкортостан, Самарская область. Оценки коэффициентов при всех контрольных переменных незначимы. При этом оценки константы и переменных при основных факторах в этих моделях незначимо отличаются от оценок соответствующих коэффициентов базовой модели (2). В последнем столбце табл. 5 указаны оценки коэффициентов при контрольных переменных для группы  $g = g_{\min}$  из 10 регионов с минимальным объемом ВРП по данным 2003 г.: Республика Марий Эл, Республика Северная Осетия – Алания, Чукотский автономный округ, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Адыгея, Еврейская автономная область, Республика Тыва, Республика Алтай, Республика Калмыкия, Республика Ингушетия. Оценки коэффициентов при всех контрольных переменных незначимы. При этом оценки константы и переменных при основных факторах в этих моделях незначимо отличаются от оценок соответствующих коэффициентов базовой модели (2). Выборочная проверка гипотезы для групп регионов, имеющих высокий или низкий объем ВРП, позволяет сделать вывод, что результаты не противоречат гипотезе  $H_0^5$  для периода 2002–2011 гг.

В результате проверки гипотез  $H_0^4$  и  $H_0^5$  можно сделать вывод, что разделение совокупности регионов на кластеры для построения статической модели производственного потенциала в текущих ценах проводить нецелесообразно. Для каждого года рассматриваемого периода следует построить одну общую для всей совокупности регионов модель.

## 5. ПОСТРОЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ РФ ДЛЯ КАЖДОГО ГОДА ЗА ПЕРИОД 2002–2011 гг.

Для каждого года периода 2002–2011 гг. построены статические модели производственного потенциала *Stoc. frontier* вида (2).

Оценки параметров моделей представлены в табл. 6–8. Проведена проверка гипотезы:

$H_0^1$ :  $\sigma_u^2 = 0$ ,  $\delta_j = 0$  ( $j = 1, \dots, m$ ) – неэффективность отсутствует во всех моделях, представленных в табл. 6–8.

Результаты проверки не противоречат гипотезе  $H_0^1$ . Поэтому дополнительно построены соответствующие модели *regress* в предположении, что неэффективность отсутствует. МНК-оценки этих моделей представлены также в табл. 6–8. Оценки, для наглядности и возможности сопоставления, приведенные в табл. 8, дублируют оценки параметров соответствующих моделей в табл. 2–3. Оценки параметров моделей *Stoc. frontier* практически идентичны МНК-оценкам моделей *regress* для соответствующего года, что соответствует результатам проверки гипотезы  $H_0^1$ .

**Таблица 6.** Оценки параметров по данным 2002–2004 гг. для 79 регионов (без Чеченской Республики) при проверке гипотезы  $H_0^1$

| Характеристика           | <i>Stoc. frontier</i><br>2002 | <i>regress</i><br>2002 | <i>Stoc. frontier</i><br>2003 | <i>regress</i><br>2003 | <i>Stoc. frontier</i><br>2004 | <i>regress</i><br>2004 |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| $\ln K$                  | 0,9614 ***                    | 0,9614***              | 1,0181 ***                    | 1,0181***              | 0,9943***                     | 0,9943***              |
| $\ln L$                  | 0,0746                        | 0,0746                 | 0,0129                        | 0,0129                 | 0,0715                        | 0,0715                 |
| const                    | –1,2781***                    | –1,2787***             | –1,5644 ***                   | –1,5654***             | –1,6178***                    | –1,6185***             |
| $\delta_0$               | –0,2236                       |                        | –0,1150                       |                        | –0,1271                       |                        |
| $H_0^1$                  | Не отвергается                |                        | Не отвергается                |                        | Не отвергается                |                        |
| $\log \text{likeli}/R^2$ | –8,3203                       | 0,9395                 | –5,1932                       | 0,9376                 | –5,1932                       | 0,9481                 |

**Таблица 7.** Оценки параметров по данным 2005–2006 гг. для 79 регионов и по данным 2007 г. для 80 регионов при проверке гипотезы  $H_0^1$ 

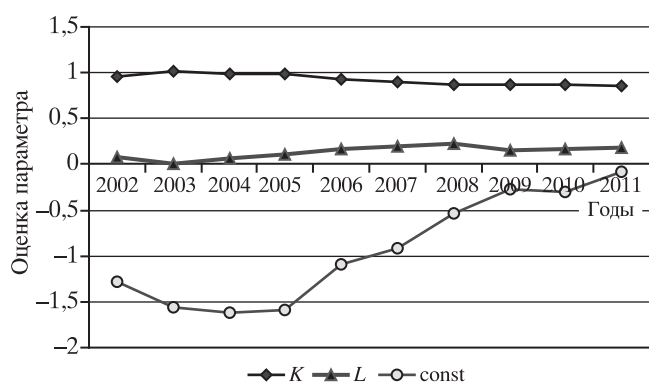
| Характеристика           | <i>Stoc. frontier</i><br>2005 | <i>Regress</i><br>2005 | <i>Stoc. frontier</i><br>2006 | <i>regress</i><br>2006 | <i>Stoc. frontier</i><br>2007 | <i>regress</i><br>2007 |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| $\ln K$                  | 0,9892***                     | 0,9892***              | 0,9311***                     | 0,9311***              | 0,8984***                     | 0,8984***              |
| $\ln L$                  | 0,1063*                       | 0,1063*                | 0,1601**                      | 0,1601**               | 0,1986***                     | 0,1986***              |
| const                    | –1,5952***                    | –1,596***              | –1,0984**                     | –1,0995**              | –0,9137*                      | –0,9152**              |
| $\delta_0$               | –0,1465                       |                        | –0,1469                       |                        | –0,2239                       |                        |
| $H_0^1$                  | Не отвергается                |                        | Не отвергается                |                        | Не отвергается                |                        |
| $\log \text{likeli}/R^2$ | –5,8714                       | 0,9495                 | –3,8101                       | 0,9516                 | –7,6132                       | 0,9457                 |

**Таблица 8.** Оценки параметров по данным 2008–2011 гг. для 80 регионов при проверке гипотезы  $H_0^1$ 

| Характеристика           | <i>Stoc. frontier</i><br>2008 | <i>regress</i><br>2008 | <i>Stoc. frontier</i><br>2009 | <i>Stoc. frontier</i><br>2010 | <i>Stoc. frontier</i><br>2011 |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| $\ln K$                  | 0,8643***                     | 0,8643***              | 0,8724***                     | 0,8697***                     | 0,8511***                     |
| $\ln L$                  | 0,2194***                     | 0,2194***              | 0,1497**                      | 0,1689***                     | 0,1797***                     |
| const                    | –0,5369                       | –0,5374                | –0,2791                       | –0,3085                       | –0,0767                       |
| $\delta_0$               | –0,1337                       |                        | –0,1431**                     | –0,1167                       | –0,2169                       |
| $H_0^1$                  | Не отвергается                | Не отвергается         | Не отвергается                | Не отвергается                | Не отвергается                |
| $\log \text{likeli}/R^2$ | –0,5247                       | 0,9542                 | 3,2383                        | 4,4942                        | 3,0084                        |

Оценки коэффициентов моделей производственного потенциала для 2002–2004 гг. при объеме трудозатрат имеют правильный знак, но незначимо отличаются от нуля. Оценки коэффициентов при объеме физического капитала и констант имеют высокую значимость. Для каждого года периода 2002–2004 гг. объем трудозатрат не оказывает существенного влияния на объем ВРП. Оценка константы отрицательна, имеет высокую значимость и убывает, что свидетельствует о слабом влиянии НТП на региональную экономику. Этот период можно охарактеризовать как этап стабилизации экономики после финансово-экономического кризиса 1998 г.

Значимость оценок коэффициентов моделей производственного потенциала для 2005–2007 гг. при объеме трудозатрат растет, как и величина этих оценок. Эластичность объема ВРП по объему трудозатрат в региональной экономике за три года увеличивается вдвое и достигает величины 0,2. Роль труда как фактора производства региональной экономики восстанавливается. Оценки коэффициентов при объеме физического капитала слабо убывают. Эластичность объема ВРП по объему физического капитала монотонно снижается до 0,9. Оценка константы возрастает. Само по себе последнее обстоятельство не является свидетельством растущего влияния НТП на региональную экономику, так как модели построены в текущих ценах и не учитывают инфляцию. Однако с 2005 г. появляется основание для проверки гипотезы

**Рис. 4.** Значения оценок в модели периода 2002–2011 гг.

зы о значимом влиянии НТП на развитие региональной экономики. С 2005 г. модель производственного потенциала фиксирует изменения в структуре производственных факторов и восстановление роли труда как значимого фактора производства в экономике регионов.

Рост оценок коэффициентов моделей производственного потенциала продолжается до 2008 г. и свидетельствует о возрастающей роли трудовых ресурсов в региональной экономике. После кризиса 2008 г. наблюдается значимое снижение эластичности ВРП по трудозатратам с 0,22 до 0,15. Предельный продукт труда снижается. В период с 2009 по 2011 г. прослеживается восстановление структуры производственных факторов, сформированной в 2008 г., и медленный рост оценки константы. Значимое изменение оценок коэффициентов модели в 2009 г. по сравнению с 2008 г. отражает влияние финансово-экономического кризиса 2008 г.

Как показано на рис. 4, после 2009 г. опять возникает рост эластичности ВРП по объему трудозатрат и снижение эластичности ВРП по объему физического капитала. Продолжается рост константы модели.

## 6. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ СТАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ

Для всех статических двухфакторных моделей производственного потенциала, построенных без учета факторов эффективности, гипотеза  $H_0^1$  не отвергается. Это позволяет сделать вывод об отсутствии неэффективности в модели производственного потенциала регионов РФ, построенной без учета факторов эффективности. В соответствии с результатами оценки параметров этих моделей все регионы РФ в равной степени технологически эффективны. Несмотря на отсутствие значимой неэффективности, сохраняется возможность ранжирования регионов по значениям оценок технологической эффективности в форме (1\*).

На рис. 5 указаны значения оценок технологической эффективности для регионов, упорядоченные в соответствии со структурой табл. П1 Приложения. Все оценки, приведенные на рис. 5, с точностью до третьего знака после запятой равны единице. В верхней части рисунка выделяются оценки для двух регионов: г. Москва (№ 18) и Чукотский автономный округ (№ 80). В нижней части рисунка выделяются оценки двух регионов: Республика Адыгея (№ 29) и Республика Дагестан (№ 35).

На рис. 6 представлены значения оценок технологической эффективности для 2003 г. В верхней части рисунка к двум регионам – г. Москва (№ 18) и Чукотский автономный округ (№ 80) – добавилась еще и Вологодская область (№ 22). В нижней части рисунка существенного отличия в оценках не наблюдается.

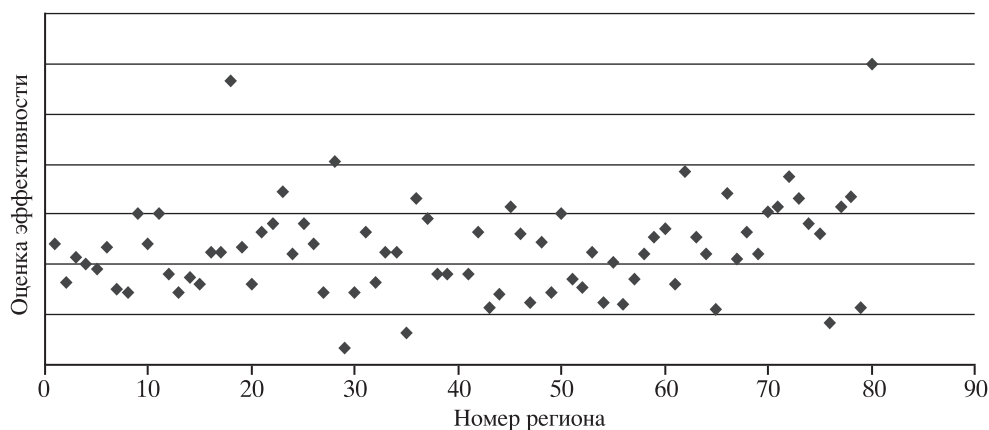
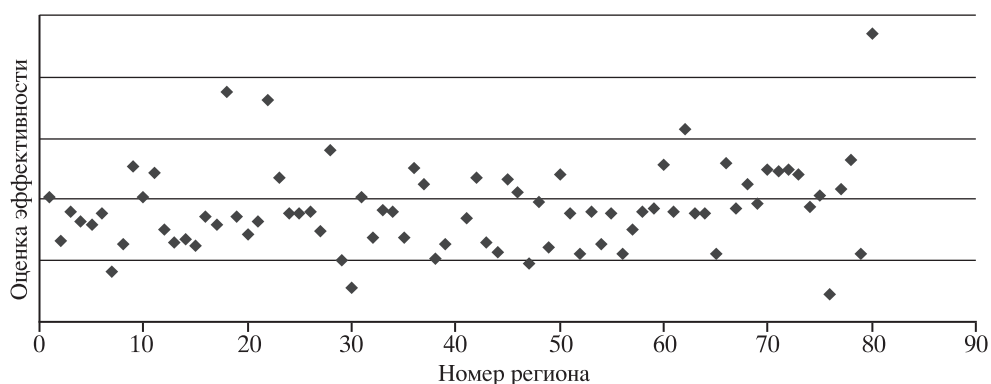
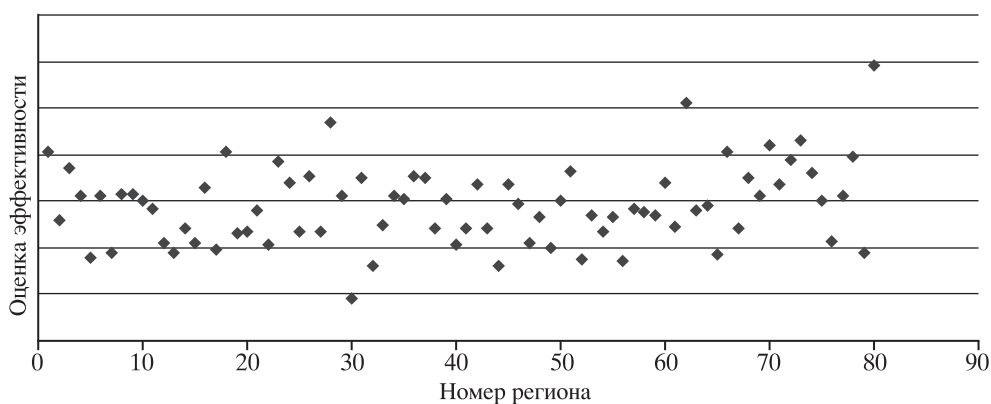


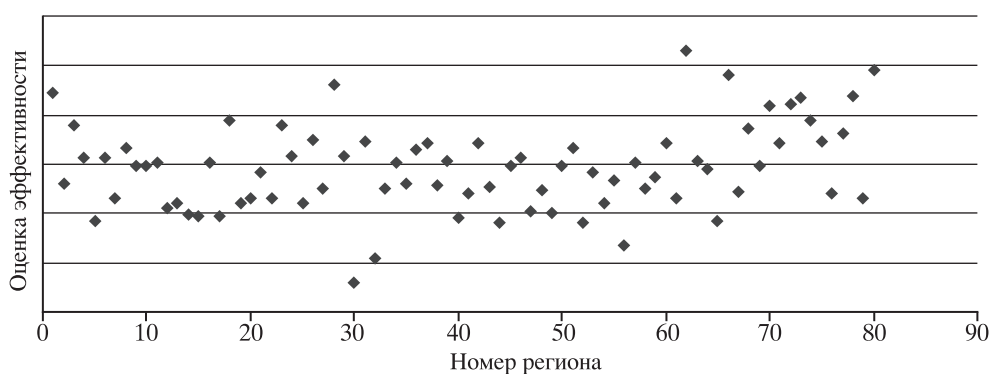
Рис. 5. Оценки технологической эффективности регионов по статической модели 2002 г.



**Рис. 6.** Оценки технологической эффективности регионов по статической модели 2003 г.



**Рис. 7.** Оценки технологической эффективности регионов по статической модели 2009 г.



**Рис. 8.** Оценки технологической эффективности регионов по статической модели 2010 г.

На рис. 7 указаны значения оценок технологической эффективности для 2009 г. В верхней части рисунка выделяются регионы: г. Санкт-Петербург (28), Республика Тыва (62), Чукотский автономный округ (80), а в нижней части рисунка – Республика Калмыкия (30).

На рис. 8 приведены значения оценок технологической эффективности для 2010 г. В верхней части рисунка выделяются регионы: г. Санкт-Петербург (28), Республика Тыва (62), Красноярский край (66), Чукотский автономный округ (80), а в нижней части – Республика Калмыкия (30).

На рис. 9 представлены значения оценок технологической эффективности для 2011 г. В верхней части рисунка выделяются регионы: Белгородская область (1), г. Санкт-Петербург (28), Рес-

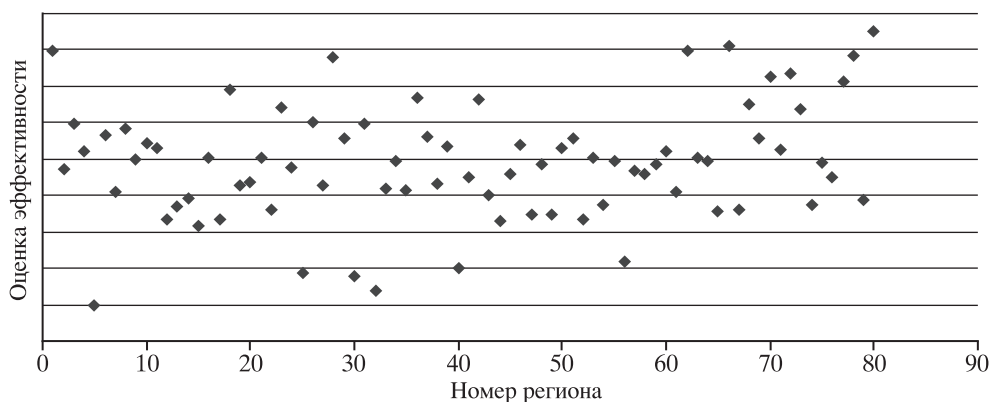


Рис. 9. Оценки технологической эффективности регионов по статической модели 2011 г.

публика Тыва (62), Красноярский край (66), Сахалинская область (78) и Республика Калмыкия (30), а в нижней части – Ивановская область (5).

Можно отметить, что перечень регионов в верхней части рис. 5–9 во времени меняется незначительно, что свидетельствует о достаточно высокой устойчивости во времени оценок технической эффективности, полученных с помощью статических моделей производственного потенциала.

## 7. ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ РФ ДЛЯ ПЕРИОДА 2002–2011 гг.

В качестве базовой рассматривается динамическая модель *Stoc. frontier din*

$$R_{it} = \exp\{\beta_0 + \alpha_0 t\} K_{it}^{\beta_1 + \alpha_1 t} L_{it}^{\beta_2 + \alpha_2 t} \exp\{\nu_{it} - u_{it}\},$$

где  $t$  – индекс времени (год рассматриваемого периода).

Предполагается, что случайные величины  $\nu_{it}$  независимы для любых  $i, t$  и нормально распределены  $\nu_{it} \in N(0, \sigma_\nu^2)$ ; случайные величины  $u_{it}$  независимы для любых  $i, t$  и подчиняются усеченному в нуле нормальному распределению  $u_{it} \in N^+(\delta_0, \sigma_u^2)$ ; случайные величины  $\nu_{it}$  и  $u_{it}$  независимы для любых  $i, t$ .

В логарифмах модель имеет вид

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \alpha_0 t + (\beta_1 + \alpha_1 t) \ln K_{it} + (\beta_2 + \alpha_2 t) \ln L_{it} + \nu_{it} - u_{it}. \quad (3)$$

Оценки параметров  $\beta_2$  и  $\alpha_2$  этой модели по данным всех имеющихся 795 наблюдений за период 2002–2011 гг. оказываются незначимы, что при высокой значимости оценок параметра  $\beta_2$  в статических моделях указывает на эффект мультиколлинеарности в динамической модели. Исключение параметра  $\alpha_2$  позволяет получить значимые оценки параметров модели, приведенные в табл. 9 в столбце 1. Значимая оценка параметра  $\alpha_1$  свидетельствует об изменении во времени эластичности ВРП по объему физического капитала. Для сравнения в столбце 2 указаны оценки модели при исключенном параметре  $\alpha_2$ .

Для проверки устойчивости оценок параметров динамической модели во времени проведена проверка гипотезы:

$H_0^6$ : оценки параметров модели (3), построенные по данным периода 2002–2011 гг., совпадают с оценками для любого периода времени  $[\tau, \dots, 2011]$ , где  $\tau = 2003, \dots, 2010$ .

Для проверки гипотезы  $H_0^6$  построены три модели:

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \tilde{\beta}_0 D\tau_t + \alpha_0 t + (\beta_1 + \alpha_1 t) \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \nu_{it} - u_{it}, \quad (4)$$

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \alpha_0 t + (\beta_1 + \tilde{\beta}_1 D\tau_t + \alpha_1 t) \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \nu_{it} - u_{it}, \quad (5)$$

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \alpha_0 t + (\beta_1 + \alpha_1 t) \ln K_{it} + (\beta_2 + \tilde{\beta}_2 D\tau_t) \ln L_{it} + \nu_{it} - u_{it}. \quad (6)$$

Таблица 9. Оценки параметров динамических моделей для различных интервалов времени

| Характеристика    | <i>Stoc. frontier</i><br><i>din</i> , 2002–2011 | <i>Stoc. frontier</i><br><i>din</i> , 2002–<br>2011 | <i>Stoc. frontier</i><br><i>din</i> , 2008 | <i>Stoc. frontier</i><br><i>din</i> , 2006–2011 | <i>Stoc. frontier</i><br><i>din</i> , 2006–2011 | <i>Stoc. frontier</i><br><i>din</i> , 2009–2011 |
|-------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                   | (1)                                             | (2)                                                 | (3)                                        | (4)                                             | (5)                                             | (6)                                             |
| $\ln K$           | 0,9752***                                       | 0,9121***                                           | 0,9602***                                  | 0,8847***                                       | 0,8575***                                       | 0,8639***                                       |
| $\ln L$           | 0,1432***                                       | 0,1492***                                           | 0,14529***                                 | 0,2017***                                       | 0,1981***                                       | 0,1665***                                       |
| const             | –1,8971***                                      | –1,1423***                                          | –1,8761***                                 | –2,0385**                                       | –0,4934***                                      | –0,7236**                                       |
| $\alpha_0$        | 0,1825***                                       | 0,0501***                                           | 0,1642***                                  | 0,07499                                         | 0,0188 *                                        | 0,0560**                                        |
| $\alpha_1$        | –0,01038***                                     |                                                     | –0,0080***                                 | –0,0042                                         |                                                 |                                                 |
| $\tilde{\beta}_0$ |                                                 |                                                     | 0,1151***                                  |                                                 |                                                 |                                                 |
| $\delta_0$        | –0,2440                                         | –0,1594                                             | –0,2134                                    | –0,2091                                         | –0,2073                                         | –0,2493                                         |
| $H_0^1$           | Не отверга-<br>ется                             | Не отверга-<br>ется                                 | Не отверга-<br>ется                        | Не отверга-<br>ется                             | Не отверга-<br>ется                             | Не отверга-<br>ется                             |
| $\log likeli$     | –64,4470                                        | –70,8081                                            | –58,3827                                   | –11,7935                                        | –12,1586                                        | 10,5847                                         |

Здесь при любом  $\tau = 2003, \dots, 2010$   $D\tau_t = 1$ , если  $t < \tau$ , т.е.  $D\tau_t = 1$  для  $t = 2002, \dots, \tau - 1$  и  $D\tau_t = 0$  при  $t \geq \tau$ . При проверке гипотезы  $H_0^6$  оценки параметра  $\tilde{\beta}_1$  и параметра  $\tilde{\beta}_2$  оказались незначимыми для любого  $\tau$ . Оценки параметра  $\tilde{\beta}_0$  значимы при  $\tau$ , равном 2009, 2008 и 2007 (см., например, столбец 3 табл. 9 для  $\tau = 2008$ ), и незначимы при других значениях  $\tau$ . Таким образом, гипотеза  $H_0^6$  отвергается. Наблюдаются три интервала времени, включающие последние годы рассматриваемого периода, для каждого из которых оценки параметров динамической модели могут иметь значимое отличие: 2002–2011, 2006–2011, 2009–2011.

На всем интервале 2002–2011 гг. значимы оценки параметров  $\alpha_0$  и  $\alpha_1$  (табл. 9 столбец 1). Оценка параметра  $\alpha_1$  для интервалов 2006–2011 (столбец 4) и 2009–2011 незначима. Можно сделать вывод, что эластичность ВРП по объему физического капитала, снижавшаяся до 2006 г., стабилизируется после 2006 г. и для периода времени 2006–2011 гг. практически постоянна.

В дополнение к оценкам параметров динамической модели, полученным для всего периода 2002–2011 гг., рассчитаны оценки при условии  $\alpha_1 = 0$  для периодов 2006–2011 гг. (столбец 5) и 2009–2011 гг. (столбец 6). Значимость оценки параметра  $\alpha_0$ , характеризующего темп НТП, повышается после 2009 г. и близка к оценке, полученной для всего периода 2002–2011 гг. (столбец 2).

Таким образом, построены следующие динамические двухфакторные модели производственного потенциала регионов.

Модель (7) для периода 2002–2011 гг. (динамика эластичности ВРП по объему физического капитала значима):

$$R_{it} = \exp\{-1,89 + 0,18t\} K_{it}^{0,97-0,01t} L_{it}^{0,14} \exp\{\nu_{it} - u_{it}\}. \quad (7)$$

Модель (8) для периода 2002–2011 гг. (динамика эластичности ВРП по объему физического капитала не учитывается):

$$R_{it} = \exp\{-1,14 + 0,05t\} K_{it}^{0,91} L_{it}^{0,14} \exp\{\nu_{it} - u_{it}\}. \quad (8)$$

Модель (9) для периода 2009–2011 гг. (динамика эластичности ВРП по объему физического капитала незначима):

$$R_{it} = \exp\{-0,72 + 0,05t\} K_{it}^{0,86} L_{it}^{0,16} \exp\{\nu_{it} - u_{it}\}. \quad (9)$$

Модель (8) построена для удобства сопоставления с моделью (9).



Проведена проверка оценок параметров модели (7) на робастность по данным каждого года рассматриваемого периода. Проверена гипотеза:

$H_0^7$ : данные любого года периода 2002–2011 гг. не оказывают значимого влияния на оценки параметров динамической модели.

Для этого в моделях (4)–(6) введена контрольная переменная  $D\tau_t = 1$ , если  $t = \tau$  и  $D\tau_t = 0$  – в противном случае. Модели (6)–(8) оценены для каждого года  $\tau$  рассматриваемого периода. В каждой из модели коэффициент при контрольной переменной незначим для каждого года  $\tau$ . Таким образом, гипотеза  $H_0^7$  не отвергается.

## 8. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Оценка темпа ежегодного прироста производственного потенциала в реальных ценах за счет НТП составляет 5%. При ежегодном темпе инфляции, официально превышающем 7%, можно сделать вывод, что существующий темп НТР не обеспечивает интенсивного развития экономики регионов.

Проведено сопоставление оценок эффективности, полученных для динамической модели

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \alpha_0 t + (\beta_1 + \alpha_1 t) \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \nu_{it} - u_{it} \quad (10)$$

при следующих альтернативных предположениях о распределении неэффективной составляющей  $u_{it}$ .

**Предположение 1.** Случайные величины  $u_{it}$  независимы для любых  $i, t$  и имеют усеченное в нуле нормальное распределение  $u_{it} \in N^+(\delta_0, \sigma_u^2)$ .

**Предположение 2.** Случайные величины изменяются во времени с одинаковым темпом и имеют распределение  $u_{it} = \exp\{\theta(t - T_0)u_i\}$ ,  $u_i \in N^+(\delta_0, \sigma_u^2)$ .

На рис. 10 приведены 795 оценок эффективности, полученных в соответствии с моделью (10) в предположении 1 относительно распределения неэффективной составляющей  $u_{it}$  для периода 2002–2011 гг. Оценки соответствуют наблюдениям, каждое из которых характеризуется номером  $i$  региона и годом  $t$  периода 2002–2011 гг. Номера наблюдений  $j$  вычисляются по формуле  $j = i_t + 79(t - 2002)$  для  $t = 2002, \dots, 2006$ , или по формуле  $j = 395 + i_t + 80(t - 2007)$  для  $t = 2007, \dots, 2011$ . Здесь  $i_t$  – номер региона, устанавливаемый для года  $t$  в соответствии с табл. П1 Приложения (для каждого года периода 2002–2006 гг. – без Чеченской Республики). Таким образом, на рис. 10 для каждого года периода 2002–2006 гг. представлены 79 оценок, для каждого года периода 2007–2011 гг. – 80 оценок.



Рис. 10. Оценки эффективности для регионов, полученные в соответствии с моделью (10) для случая 1

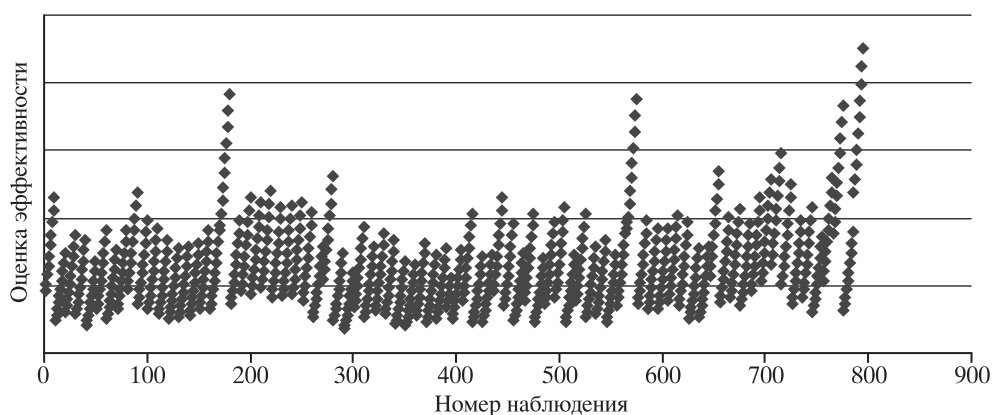


Рис. 11. Оценки эффективности для регионов, полученные в соответствии с моделью (10) для случая 3

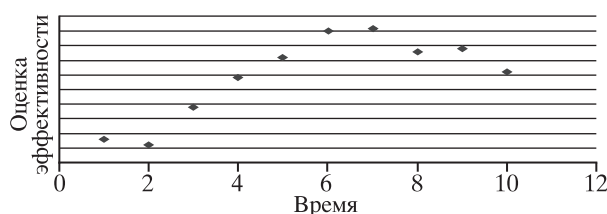


Рис. 12. Изменение во времени оценок эффективности региона 3 в условиях предположения 1

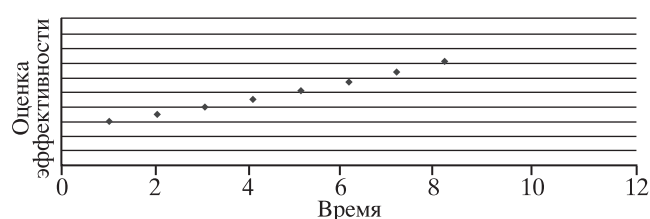


Рис. 13. Изменение во времени оценок эффективности региона 3 в условиях предположения 2

На рис. 11 показаны оценки эффективности, полученные в соответствии с моделью (10) в предположении 2 относительно распределения неэффективной составляющей  $u_{it}$ . Оценки расположены в том же порядке, что на рис. 10.

Сравнительный анализ оценок эффективности, полученных в соответствии с динамической моделью (10), позволяет сделать следующие выводы. Предположение 2 о монотонном во времени изменении неэффективности является неадекватным. Анализ показывает, что оценки, полученные в условиях предположения 1, во времени изменяются немонотонно. Для большинства регионов на протяжении рассматриваемого периода наблюдается как рост, так и снижение оценок эффективности.

Например, на рис. 12 показано изменение во времени оценок эффективности для региона Владимирская область, построенных в предположении 1, а на рис. 13 – оценки эффективности для того же региона в предположении 2. Предположение 2 о монотонности изменения оценок приводит к существенным искажениям не только самих оценок, но и параметров модели производственного потенциала. Поэтому использование предположения 2 о монотонном во времени изменении оценок эффективности при моделировании производственного потенциала регионов РФ нецелесообразно.

## 9. ПОСТРОЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНОВ РФ С УЧЕТОМ ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ ПЕРИОДА 2009–2011 гг. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ

В этом разделе рассматривается статическая модель производственного потенциала (1) с учетом показателей, определяющих готовность регионов к осуществлению инновационной деятельности, внедрению новых достижений и технологий:  $F1$  – доля инновационно-активных предприятий в общем числе предприятий региона (%);  $F2$  – число персональных компьютеров с доступом в Интернет на 100 чел;  $F3$  – численность персонала, занятого научными исследованиями на 100 000 населения;  $F4$  – число выданных патентов.

Таблица 10. Оценки параметров моделей с фактором эффективности  $F1$ 

| Характеристика       | <i>Stoc. frontier</i> 1<br>2009 | <i>Stoc. frontier</i> 2<br>2009 | <i>Stoc. frontier</i> 1<br>2010 | <i>Stoc. frontier</i> 2<br>2010 | <i>Stoc. frontier</i> 1<br>2011 | <i>Stoc. frontier</i> 2<br>2011 |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $\ln K$              | 0,8705***                       | 0,8567***                       | 0,8639***                       | 0,8524***                       | 0,8279***                       | 0,8242***                       |
| $\ln L1$             | 0,1366**                        |                                 | 0,1641***                       |                                 | 0,1891***                       |                                 |
| $\ln L2$             |                                 | 0,1487**                        |                                 | 0,1725***                       |                                 | 0,1875***                       |
| const                | −0,0658                         | 0,0553                          | −0,1421                         | −0,0210                         | 0,2598                          | 0,3396                          |
| $\delta_1$           | −0,0214**                       | −0,0207**                       | −0,0171*                        | −0,0155*                        | −0,1001**                       | −0,0868**                       |
| $\delta_0$           | 0,2957***                       | 0,2894**                        | 0,2248***                       | 0,2148**                        | 0,5369**                        | 0,4886**                        |
| $H_0^1$              | отвергается                     | отвергается                     | отвергается                     | отвергается                     | отвергается                     | отвергается                     |
| $\log \text{likeli}$ | 5,8687                          | 6,0535                          | 3,6250                          | 3,7763                          | 7,8907                          | 7,5086                          |

На данных 2009–2011 гг. проведена идентификация факторов эффективности, определяющих готовность регионов к осуществлению инновационной деятельности. Показатель может рассматриваться в качестве фактора эффективности производства, если оценка коэффициента при этом факторе является значимой в модели производственного потенциала (1). Ниже приводятся результаты анализа значимости показателя  $F1$  и степени его влияния на эффективность производства. С этой целью для каждого года построена статическая модель

$$\ln R_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \nu_i - u_i, \quad u_i \in N^+(\delta_0 + \delta_1 z_i^1, \sigma_u^2).$$

Характеристикой фактора  $z_i^1$  служит показатель  $F1$ .

Проверена гипотеза

$$H_0^8: \delta_1 = 0.$$

Оценка  $\delta_1$  во всех моделях, представленных в табл. 10, отрицательна и значимо отличается от нуля. Это означает, что рост доли инновационно-активных предприятий региона сопровождается ростом его производственного потенциала и эффективности производства. Отличие оценок фактора эффективности в моделях с альтернативными оценками трудозатрат  $L1$  и  $L2$  незначимо. Гипотеза  $H_0^8: \delta_1 = 0$  отвергается. Фактор  $z_i^1$ , характеризующий показателем  $F1$ , является значимым фактором эффективности.

Введение фактора эффективности в модель производственного потенциала приводит к тому, что неэффективность становится значимой. Как показано на рис. 14, оценки эффективности для 2010 г. с учетом фактора эффективности  $z_i^1$ , изменяются в диапазоне от 0,5 до 1, в то время как оценки, ранее полученные без учета фактора эффективности, для всех регионов равны единице с точностью до 0,01 (рис. 15). Таким образом, введение фактора эффективности в модель производственного потенциала позволяет значительно повысить дифференциацию оценок технической эффективности регионального производства.

Модели производственного потенциала с однофакторной моделью неэффектив-

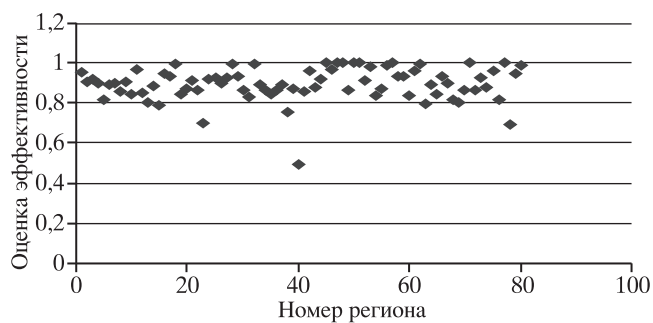


Рис. 14. Оценки эффективности регионов, полученные для 2010 г. с учетом фактора эффективности

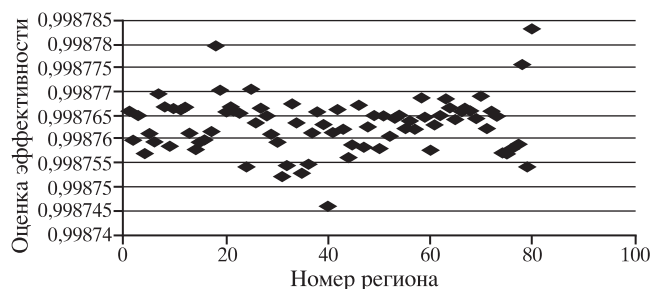


Рис. 15. Оценки эффективности регионов, полученные для 2010 г. без учета фактора эффективности

**Таблица 11.** Оценки параметров моделей с факторами эффективности  $F1$  и  $F2$ 

| Характеристика       | <i>Stoc. frontier</i> 1<br>2009 | <i>Stoc. frontier</i> 2<br>2009 | <i>Stoc. frontier</i> 1<br>2010 | <i>Stoc. frontier</i> 2<br>2010 | <i>Stoc. frontier</i> 1<br>2011 | <i>Stoc. frontier</i> 2<br>2011 |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $\ln K$              | 0,7607***                       | 0,7552***                       | 0,7504***                       | 0,7448***                       | 0,7771***                       | 0,7825***                       |
| $\ln L1$             | 0,2395***                       |                                 | 0,2828***                       |                                 | 0,2249***                       |                                 |
| $\ln L2$             |                                 | 0,2370***                       |                                 | 0,2733***                       |                                 | 0,2208***                       |
| const                | 1,0729**                        | 1,2621**                        | 0,9185***                       | 1,0674***                       | 1,1411                          | 1,1082***                       |
| $\delta_1$           | -0,0068*                        | -0,0063*                        | -0,0077*                        | -0,0061*                        | -0,01291**                      | -0,0121**                       |
| $\delta_2$           | -0,0279***                      | -0,0248***                      | -0,0299***                      | -0,0285***                      | -0,0214***                      | -0,0195***                      |
| $\delta_0$           | 0,8725***                       | 0,9065**                        | 0,8983***                       | 1,0129***                       | 1,0182***                       | 0,9670***                       |
| $H_0^1$              | Отвергается                     | Отвергается                     | Отвергается                     | Отвергается                     | Отвергается                     | Отвергается                     |
| $\log \text{likeli}$ | 10,6810                         | 10,3729                         | 12,8266                         | 13,8680                         | 12,0013                         | 11,6971                         |

**Таблица 12.** Оценки параметров моделей с факторами эффективности  $F1$ ,  $F2$  и  $F3$ 

| Характеристика       | <i>Stoc. frontier</i> 1<br>2009 | <i>Stoc. frontier</i> 2<br>2010 | <i>Stoc. frontier</i> 3<br>2011 |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $\ln K$              | 0,7598***                       | 0,6895***                       | 0,7569***                       |
| $\ln L1$             | 0,1695***                       | 0,2944***                       | 0,2089***                       |
| const                | 1,7210***                       | 1,8433***                       | 1,5499***                       |
| $\delta_1$           | -0,0043*                        | -0,0047*                        | -0,0106**                       |
| $\delta_2$           | -0,0196**                       | -0,0277**                       | -0,0140*                        |
| $\delta_3$           | -1,5e-05***                     | -1,0e-05***                     | -1,5e-05***                     |
| $\delta_0$           | 1,0960***                       | 0,8983***                       | 0,9434***                       |
| $H_0^1$              | Отвергается                     | Отвергается                     | Отвергается                     |
| $\log \text{likeli}$ | 14,8358                         | 16,1915                         | 14,7014                         |

ности  $u_i \in N^+(\delta_0 + \delta_1 z_i^1, \sigma^2)$  построены для каждого из четырех показателей  $F1$ – $F4$ . Показатель  $F4$  оказался незначимым. Показатели  $F2$  и  $F3$  оказались значимыми и могут рассматриваться в качестве характеристик факторов эффективности производства.

Построены модели производственного потенциала с двухфакторной моделью неэффективности  $u_i \in N^+(\delta_0 + \delta_1 z_i^1 + \delta_2 z_i^2, \sigma_u^2)$ , включающей показатели  $F1$  и  $F2$ . Как показано в табл. 11, оценки  $\delta_1$  и  $\delta_2$  значимы во всех моделях. Это означает, что факторы  $F1$  и  $F2$  в совокупности оказывают значимое влияние на производственный потенциал и эффективность производства региона. Отличие оценок фактора эффективности в моделях с

альтернативными оценками трудозатрат  $L1$  и  $L2$  незначимо.

Для сравнения оценок эффективности построены модели производственного потенциала с трехфакторной моделью неэффективности  $u_i \in N^+(\delta_0 + \delta_1 z_i^1 + \delta_2 z_i^2 + \delta_3 z_i^3, \sigma_u^2)$ , включающей показатели  $F1$ ,  $F2$  и  $F3$ . Как показано в табл. 12, оценки  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  и  $\delta_3$  значимы во всех моделях. Это означает, что факторы  $F1$ – $F3$  в совокупности оказывают значимое влияние на производственный потенциал и эффективность производства региона. Отличие оценок фактора эффективности в моделях с альтернативными оценками трудозатрат  $L1$  и  $L2$  незначимо.

Оценки эффективности, полученные для 2011 г. с учетом одного фактора эффективности  $F1$  (рис. 16), изменяются в диапазоне от 0,6 до 1, в то время как оценки, рассчитанные без учета фактора эффективности для всех регионов, равны единице с точностью до 0,01. Оценки эффективности, по модели с двумя факторами эффективности  $F1$  и  $F2$  (рис. 17), изменяются в большем диапазоне от 0,3 до 1. Включение еще одного значимого фактора в модель неэффективности уже не приводит к существенному расширению диапазона изменения оценок эффективности (рис. 18).

Включение дополнительных значимых факторов в модель неэффективности позволяет учесть их влияние на эффективность производства региона. Как показано в Приложении в табл. П2, по-

строенной по данным 2011 г., рейтинги некоторых регионов существенно изменяются в результате включения в модель неэффективности нового значимого фактора. Например, рейтинг эффективности Магаданской области при переходе от однофакторной модели неэффективности к двухфакторной за счет введения фактора  $F2$  снижается, а рейтинг эффективности Сахалинской области растет. Рейтинг эффективности Чукотского автономного округа при переходе от двухфакторной модели неэффективности к трехфакторной за счет введения фактора  $F3$  снижается, а рейтинг эффективности г. Москва растет.

Определенный интерес представляет оценка граничного производственного потенциала региона. Эта оценка строится в соответствии с методологией стохастической границы как отношение фактического значения ВРП региона  $R_i$  к ожидаемому значению эффективности  $E(\exp\{-u_i\}/\varepsilon_i)$ . Граничный производственный потенциал достигается только регионами с оценкой эффективности, равной единице. Регионы с оценкой эффективности равной или близкой к единице можно считать эффективными по отношению ко всем другим регионам РФ. Если предположить, что все регионы достигают граничного производственного потенциала, то они становятся равно эффективными. Поэтому рейтинг регионов по оценке граничного производственного потенциала демонстрирует их иерархию по объему ВРП в гипотетических условиях равной максимальной эффективности. Такой рейтинг, построенный на основе статической модели *Stoc. frontier 3* с тремя факторами эффективности по данным 2011 г. (см. табл. 12), представлен в столбце 4 табл. П4 (см. Приложение). В контексте задачи повышения эффективности производства его можно рассматривать как целевой. Оценки эффективности, использованные для расчета граничного производственного потенциала, приведены в последнем столбце табл. П2 (см. Приложение).

С точки зрения перспектив развития региона интерес представляет то, насколько его место в рейтинге реального ВРП выше (чем меньше номер в рейтинге, тем выше место региона) места в рейтинге граничного ВРП. В столбце 5 табл. П4 (см. Приложение) приводятся значения, вычисленные как разность места, которое регион занимает в рейтинге граничного производственного потенциала (столбец 4), и места, которое он занимает в рейтинге реального производственного потенциала (столбец 2). Назовем эти значения **рейтинговыми оценками локальной эффективности** регионов. Высокое положительное значение рейтинговой оценки можно объяснить тем, что соответствующий регион имеет относительно высокую оценку эффективности среди регио-

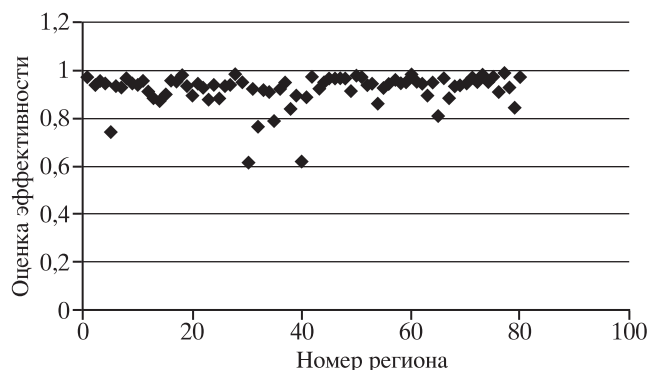


Рис. 16. Оценки эффективности с одним фактором по данным 2011 г.

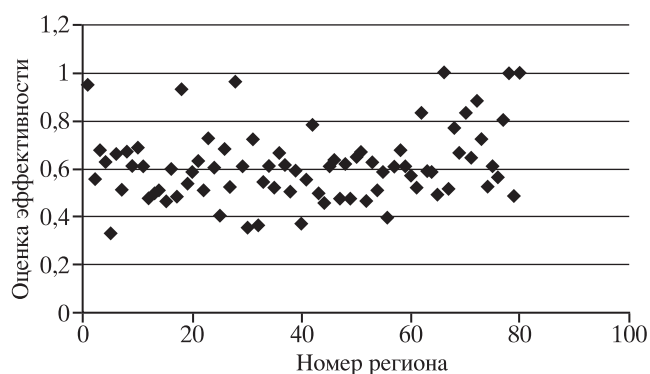


Рис. 17. Оценки эффективности с двумя факторами по данным 2011 г.

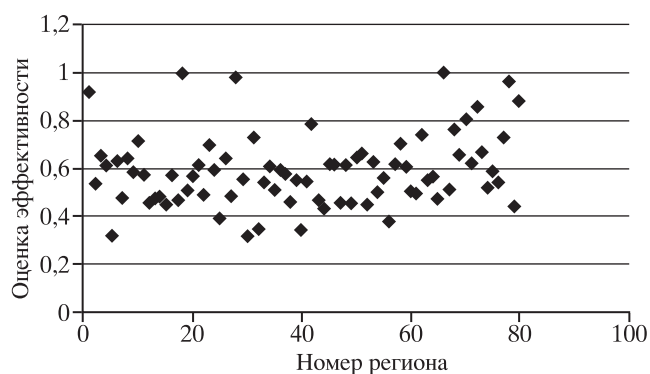


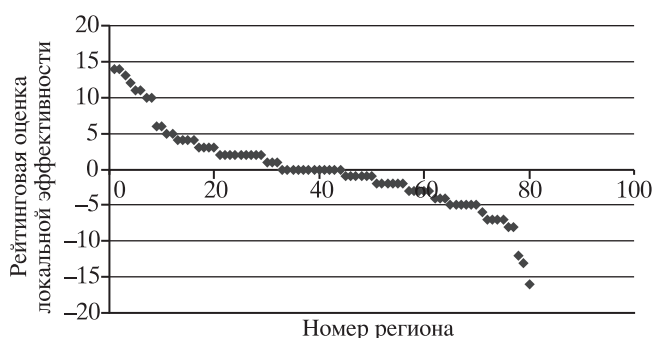
Рис. 18. Оценки эффективности с тремя факторами по данным 2011 г.

нов с близкими объемами ВРП. Высокое по модулю отрицательное значение рейтинговой оценки является следствием того, что соответствующий регион имеет относительно низкую оценку эффективности среди регионов с близкими объемами ВРП. Регион, имеющий высокую по модулю отрицательную оценку рейтинговой локальной эффективности, можно отнести к локально неэффективным регионам.

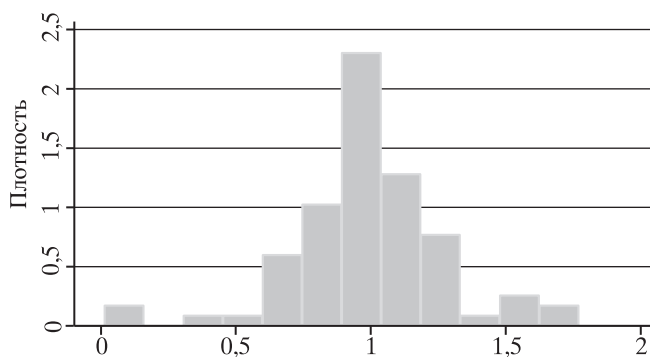
Заметим, что по построению сумма рейтинговых оценок локальной эффективности равна нулю. Нулевые значения рейтинговых оценок локальной эффективности возникают для регионов, у которых рейтинги реального и граничного потенциалов совпадают. Для большинства регионов рейтинговые оценки локальной эффективности имеют небольшие положительные или небольшие по модулю отрицательные значения. Эти значения так же, как нулевые, не свидетельствуют о наличии локальной эффективности. Возникает вопрос, в каком случае значение оценки рейтинговой локальной эффективности можно считать высоким (низким) и свидетельствующим о наличии локальной эффективности региона.

На рис. 19 приведены рейтинговые оценки локальной эффективности, упорядоченные по убыванию. Для данной совокупности оценок при значениях 10 и  $-10$  на графике наблюдаются разрывы, которые можно интерпретировать как границы, отделяющие локально эффективные регионы. К *локально эффективным* регионам, имеющим разность рейтингов равную или большую 10, относятся Сахалинская область, Белгородская область, Омская область, Республика Саха (Якутия), Калужская область, Курская область, Калининградская область. К *локально неэффективным* регионам, имеющим значения рейтинговых оценок локальной эффективности равные или меньшие  $-10$ , можно отнести Владимирскую область, Мурманскую область, Астраханскую область и Ивановскую область.

Следует обратить внимание на то, что представленные в этой работе оценки эффективности получены по моделям, учитывающим характеристики готовности регионов к инновационному развитию. Если для объяснения неэффективности использовать другие показатели, например



**Рис. 19.** Разница оценок рейтинговой локальной эффективности



**Рис. 20.** Гистограмма коэффициентов эластичности ВРП по фактору  $F1$  для регионов РФ

характеристики уровня жизни населения, то оценки эффективности и, соответственно, рейтинги регионов будут другими. Поэтому понятие локальной эффективности следует использовать в контексте моделирования производственного потенциала наряду с содержательным описанием набора показателей, характеризующих факторы эффективности.

На основе (1\*\*), по данным 2011 г., подсчитаны предельные эффекты влияния трех значимых факторов эффективности, характеризующих готовность региона к инновациям, на результат его производственной деятельности. В Приложении в табл. П5 приведены значения эластичностей ВРП по факторам эффективности  $F1$ – $F3$ .

На рис. 20 представлена гистограмма коэффициентов эластичности ВРП по фактору  $F1$ . Гистограмма коэффициентов эластичности ВРП по фактору  $F2$  имеет близкую структуру. Для большинства регионов коэффициенты эффективности ВРП по факторам  $F1$  и  $F2$  близки к единице. Простые расчеты показывают, что воздействие на факторы  $F1$  и  $F2$  с целью повышения значений их характеристик является экономически эффективным.



На рис. 21 приведена гистограмма коэффициентов эластичности ВРП по фактору  $F3$ . Для многих регионов значения коэффициентов эластичности ВРП по численности персонала, занятого научными исследованиями, малы. Для таких регионов повышение численности персонала, занятого научными исследованиями, за счет своего производственного потенциала без дотаций федерального бюджета в краткосрочном периоде экономически малоэффективно. В то же время отсутствие собственного научного потенциала может стать серьезным препятствием не только для создания, но и для заимствования инноваций.

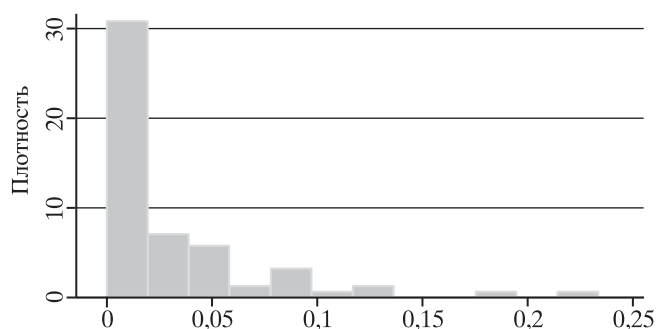


Рис. 21. Гистограмма коэффициентов эластичности ВРП по фактору  $F3$  для регионов РФ

#### 10. ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ПЕРИОДА 2009–2011 гг. С УЧЕТОМ ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ

В дополнение к динамической модели *Stoc. frontier din* (без учета характеристик факторов эффективности)

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \alpha_0 t + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \nu_{it} - u_{it}, \quad u_{it} \in N^+(\delta_0, \sigma_u^2),$$

построены модели, учитывающие показатели:  $F1$  – доля инновационноактивных предприятий в общем числе предприятий региона;  $F2$  – число персональных компьютеров с доступом в Интернет на 100 человек населения;  $F3$  – численность персонала, занятого научными исследованиями, на 100 тыс. населения.

Оценены модели:

– *Stoc. frontier 1 din* (с одним фактором эффективности)

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \alpha_0 t + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \nu_{it} - u_{it}, \quad u_{it} \in N^+(\delta_0 + \delta_1 z_{it}^1, \sigma_u^2), \quad z^1 = F1;$$

– *Stoc. frontier 2 din* (с двумя факторами эффективности)

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \alpha_0 t + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \nu_{it} - u_{it}, \quad u_{it} \in N^+(\delta_0 + \delta_1 z_{it}^1 + \delta_2 z_{it}^2, \sigma_u^2),$$

$$z^1 = F1; z^2 = F2;$$

– *Stoc. frontier 3 din* (с тремя факторами эффективности)

$$\ln R_{it} = \beta_0 + \alpha_0 t + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \nu_{it} - u_{it}, \quad u_{it} \in N^+(\delta_0 + \delta_1 z_{it}^1 + \delta_2 z_{it}^2 + \delta_3 z_{it}^3, \sigma_u^2),$$

$$z^1 = F1; z^2 = F2; z^3 = F3.$$

Результаты оценки параметров этих моделей представлены в табл. 13.

Характеристики факторов производства и факторов эффективности значимы во всех моделях. Значимость времени в детерминированной составляющей моделей *Stoc. frontier 2 din* и *Stoc. frontier 3 din* уменьшилась. Несмотря на то что число параметров в моделях *Stoc. frontier 1 din* и *Stoc. frontier 2 din* одинаково, значение функции правдоподобия для модели *Stoc. frontier 2 din* значительно выше. Можно сделать вывод, что фактор эффективности  $F2$  принимает на себя функцию динамической характеристики модели. Напомним, что неэффективность в модели *Stoc. frontier din*, построенной без учета факторов эффективности, является незначимой. Для всех регионов оценки эффективности, полученные по этой модели для 2011 г. с точностью до 0.01, равны единице. Как показано на рис. 22, оценки эффективности для 2011 г. по модели *Stoc. frontier 1 din* значительно отличаются от единицы и находятся в интервале [0,78; 1].

**Таблица 13.** Оценки параметров динамических моделей с факторами эффективности

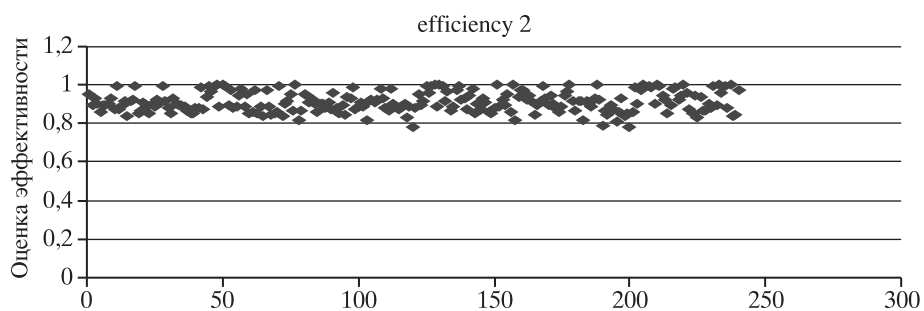
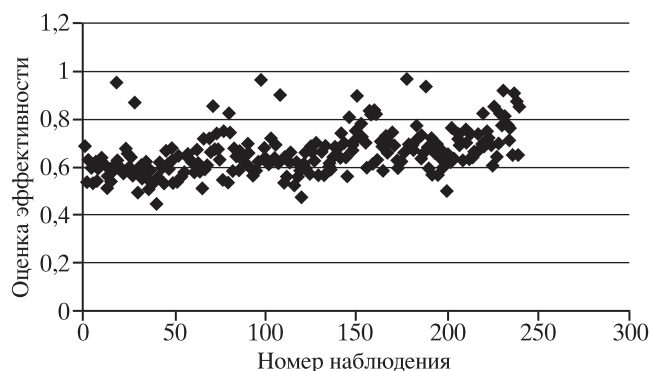
| Характеристика       | <i>Stoc. frontier din</i><br>2009–2011 | <i>Stoc. frontier 1 din</i><br>2009–2011 | <i>Stoc. frontier 2 din</i><br>2009–2011 | <i>Stoc. frontier 3 din</i><br>2009–2011 |
|----------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| $\ln K$              | 0,8639***                              | 0,8489***                                | 0,7623***                                | 0,7673***                                |
| $\ln L$              | 0,1665***                              | 0,1727***                                | 0,2564***                                | 0,2060***                                |
| $\beta_0$            | -0,7236**                              | -0,0746                                  | 0,9761***                                | 10,3743***                               |
| $\alpha_0$           | 0,0560**                               | 0,0539**                                 | 0,0214*                                  | 0,0173*                                  |
| $\delta_1$           |                                        | -0,0189***                               | -0,0089**                                | -0,0068**                                |
| $\delta_2$           |                                        |                                          | -0,0257***                               | -0,0190***                               |
| $\delta_3$           |                                        |                                          |                                          | -8,43e-06**                              |
| $\delta_0$           | -0,2493                                | 0,2624***                                | 0,8978***                                | 1,0143                                   |
| $H_0^1$              | Не отвергается                         | Отвергается                              | Отвергается                              | Отвергается                              |
| $\log \text{likeli}$ | 10,5847                                | 17,8033                                  | 32,6941                                  | 34,7849                                  |

Включение в динамическую модель двух, а затем трех факторов эффективности сопровождается увеличением диапазона, в котором находятся оценки эффективности. На рис. 23 показано, что для модели *Stoc. frontier 3 din* изменяются в интервале [0,42; 1].

В Приложении в табл. П3 представлены рейтинги эффективности регионов для 2011 г., полученные по моделям *Stoc. frontier 2 din* и *Stoc. frontier 3 din*. Максимальные значения функции правдоподобия для этих моделей близки.

Гипотеза

$H_0^8$ : оценки эффективности, полученные с помощью моделей *Stoc. frontier 2 din* и *Stoc. frontier 3 din*, независимы – отвергается (*Number of obs* = 80, *Spearman's rho* = 0,9783, *Prob > t* = 0,0000).

**Рис. 22.** Оценки эффективности по динамической модели *Stoc. frontier 1* для 2011 г.**Рис. 23.** Оценки эффективности по динамической модели *Stoc. frontier 3* для 2011 г.



В то же время рейтинги некоторых регионов существенно различаются. Так, с введением в функцию неэффективности показателя  $F3$  рейтинг эффективности Томской области понизился, а Кемеровской области – повысился.

Оценки эффективности относительно и потому сами по себе мало информативны. При высокой оценке эффективности ВРП региона может быть низким. Например, как показано в Приложении в табл. П4 (столбцы 6 и 7), Чукотский автономный округ имеет 75 позицию в рейтинге ВРП за 2011 г. и 6 позицию в рейтинге эффективности. В то же время при относительно низкой эффективности ВРП региона может быть высоким. Например, Республика Татарстан имеет 5 позицию в рейтинге ВРП за 2011 г. и 30 в рейтинге эффективности. В столбце 8 (там же) приводятся рейтинговые оценки локальной эффективности, вычисленные как разность рейтинговой оценки граничного производственного потенциала (столбец 7) по модели *Stoc. frontier 3 din* и рейтинговой оценки реального ВРП (столбец 2). К локально эффективным регионам, имеющим разность рейтингов равную или большую 10, относятся Сахалинская область, Белгородская область, Омская область, Курская область, Калининградская область. К локально неэффективным регионам можно отнести Мурманскую область и Астраханскую область.

Следует отметить, что все регионы, локально эффективные (рейтинговые оценки эффективности не меньше 10) по динамической модели *Stoc. frontier 3 din*, являются также локально эффективными по статической модели *Stoc. frontier 3*. Все регионы, локально неэффективные (рейтинговые оценки эффективности не больше –10) по динамической модели *Stoc. frontier 3 din*, являются также локально неэффективными по статической модели *Stoc. frontier 3*. При этом все рейтинговые оценки локально эффективных и локально неэффективных регионов динамической модели *Stoc. frontier 3 din* по модулю строго меньше рейтинговых оценок тех же регионов по статической модели *Stoc. frontier 3*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для моделей производственного потенциала, построенных без учета факторов эффективности, не отвергается нулевая гипотеза об отсутствии неэффективности. Имеет место достаточно редкий случай в эмпирических исследованиях, когда в условиях отсутствия информации, позволяющей идентифицировать факторы эффективности, все производственные объекты (регионы РФ) можно считать равно эффективными. В этом случае оценки параметров модели граничного производственного потенциала могут быть получены методом наименьших квадратов при исключенной неэффективности.

2. Отличие параметров модели с оценкой трудозатрат как численности экономически активного населения и параметров модели с оценкой трудозатрат как численности занятого населения **незначимо**. При фиксируемом статистикой уровне безработицы показатель **численность экономически активного населения** можно использовать как оценку трудозатрат в модели производственного потенциала регионов РФ. Уровень безработицы российских регионов не оказывает значимого влияния на объем ВРП и не является значимым фактором эффективности производства.

3. Обоснован вывод, что разделение совокупности регионов на кластеры для построения статической модели производственного потенциала в текущих ценах проводить нецелесообразно. Следует строить одну общую для всей совокупности регионов модель для каждого года рассматриваемого периода.

4. Показано, что предположение о монотонном во времени изменении оценок эффективности является неадекватным. Оценки во времени изменяются немонотонно. Для большинства регионов на протяжении рассматриваемого периода наблюдается как рост, так и снижение оценок эффективности.

5. Идентифицированы характеристики готовности регионов к инновациям:

- 1) доля инновационноактивных предприятий в общем числе предприятий региона;
- 2) число персональных компьютеров с доступом в Интернет, на 100 человек населения;
- 3) численность персонала, занятого научными исследованиями, на 100 тыс. населения.

Данные характеристики допускают трактовку как факторы эффективности производства. Введение такого фактора в модель производственного потенциала приводит к тому, что неэффективность становится значимой. Таким образом, учет фактора эффективности в модели производственного потенциала позволяет значительно повысить дифференциацию оценок технической эффективности производства. Показано, что все три показателя значимы в статических и динамической моделях производственного потенциала, построенных для периода 2009–2011 г. Рейтинги некоторых регионов по оценке эффективности существенно изменяются в результате включения в модель неэффективности нового значимого фактора.

6. Сопоставление региональных рейтингов реального ВРП и граничного ВРП позволяет выявить локально эффективные регионы (с относительно высокой оценкой эффективности среди регионов с близкими объемами ВРП) и локально неэффективные регионы (с относительно низкой оценкой эффективности среди регионов с близкими объемами ВРП). Использование понятия «локальная эффективность» представляется конструктивным в контексте определения перспектив развития региона, основанных на содержательной трактовке набора показателей, характеризующих факторы эффективности.

7. Следует учитывать, что представленные в этой работе оценки эффективности получены по моделям, учитывающим характеристики готовности регионов к инновационному развитию. Если для объяснения неэффективности привлекать другие показатели, например характеристики уровня жизни населения, то оценки эффективности и, соответственно, рейтинги регионов будут другими. Поэтому понятие локальной эффективности следует использовать в контексте моделирования производственного потенциала наряду с содержательным описанием набора показателей, характеризующих факторы эффективности. Особый интерес может представлять оценка локальной эффективности или неэффективности регионов в пространстве, размерность которого определяется числом непересекающихся групп факторов, которые задействованы для объяснения неэффективности.

8. Расчет предельных эффектов влияния факторов эффективности на результат производственной деятельности региона и соответствующих коэффициентов эластичности позволяет провести анализ экономической эффективности целенаправленного воздействия на эти факторы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

**Таблица П1.** Регионы, сгруппированные по федеральным округам

| №<br>п/п | Центральный          | №<br>п/п | Южный                               | №<br>п/п | Уральский             |
|----------|----------------------|----------|-------------------------------------|----------|-----------------------|
| 1        | Белгородская область | 29       | Республика Адыгея                   | 56       | Курганская область    |
| 2        | Брянская область     | 30       | Республика Калмыкия                 | 57       | Свердловская область  |
| 3        | Владимирская область | 31       | Краснодарский край                  | 58       | Тюменская область     |
| 4        | Воронежская область  | 32       | Астраханская область                | 59       | Челябинская область   |
| 5        | Ивановская область   | 33       | Волгоградская область               |          | <b>Сибирский ф.о.</b> |
| 6        | Калужская область    | 34       | Ростовская область                  | 60       | Республика Алтай      |
| 7        | Костромская область  |          | <b>Северо-Кавказский ф.о.</b>       | 61       | Республика Бурятия    |
| 8        | Курская область      | 35       | Республика Дагестан                 | 62       | Республика Тыва       |
| 9        | Липецкая область     | 36       | Республика Ингушетия                | 63       | Республика Хакасия    |
| 10       | Московская область   | 37       | Кабардино-Балкарская Республика     | 64       | Алтайский край        |
| 11       | Орловская область    | 38       | Карачаево-Черкесская Республика     | 65       | Забайкальский край    |
| 12       | Рязанская область    | 39       | Республика Северная Осетия – Алания | 66       | Красноярский край     |
| 13       | Смоленская область   | 40       | Чеченская Республика                | 67       | Иркутская область     |
| 14       | Тамбовская область   | 41       | Ставропольский край                 | 68       | Кемеровская область   |
| 15       | Тверская область     |          | Приволжский ф.о.                    | 69       | Новосибирская область |

Таблица П1 (окончание)

| № п/п | Центральный                 | № п/п | Южный                   | № п/п | Уральский                    |
|-------|-----------------------------|-------|-------------------------|-------|------------------------------|
| 16    | Тульская область            | 42    | Республика Башкортостан | 70    | Омская область               |
| 17    | Ярославская область         | 43    | Республика Марий Эл     | 71    | Томская область              |
| 18    | г. Москва                   | 44    | Республика Мордовия     |       | <i>Дальневосточный ф.о.</i>  |
|       | <i>Северо-Западный ф.о.</i> | 45    | Республика Татарстан    | 72    | Республика Саха (Якутия)     |
| 19    | Республика Карелия          | 46    | Удмуртская Республика   | 73    | Камчатский край              |
| 20    | Республика Коми             | 47    | Чувашская Республика    | 74    | Приморский край              |
| 21    | Архангельская область       | 48    | Пермский край           | 75    | Хабаровский край             |
| 22    | Вологодская область         | 49    | Кировская область       | 76    | Амурская область             |
| 23    | Калининградская область     | 50    | Нижегородская область   | 77    | Магаданская область          |
| 24    | Ленинградская область       | 51    | Оренбургская область    | 78    | Сахалинская область          |
| 25    | Мурманская область          | 52    | Пензенская область      | 79    | Еврейская автономная область |
| 26    | Новгородская область        | 53    | Самарская область       | 80    | Чукотский автономный округ   |
| 27    | Псковская область           | 54    | Саратовская область     |       |                              |
| 28    | г. Санкт-Петербург          | 55    | Ульяновская область     |       |                              |

Таблица П2. Регионы, упорядоченные по оценкам эффективности, рассчитанным по статическим моделям с одним, двумя и тремя факторами эффективности за 2011 г.

| № п/п | Регион                     | 1 фактор | Регион                     | 2 фактора | Регион                     | 3 фактора |
|-------|----------------------------|----------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| 1     | Магаданская область        | 0,989    | Чукотский автономный округ | 1,000     | г. Москва                  | 1,000     |
| 2     | Камчатский край            | 0,982    | Красноярский край          | 1,000     | Красноярский край          | 1,000     |
| 3     | г. Санкт-Петербург         | 0,981    | Сахалинская область        | 1,000     | г. Санкт-Петербург         | 0,983     |
| 4     | Республика Алтай           | 0,981    | г. Санкт-Петербург         | 0,962     | Сахалинская область        | 0,966     |
| 5     | г. Москва                  | 0,980    | Белгородская область       | 0,950     | Белгородская область       | 0,925     |
| 6     | Нижегородская область      | 0,976    | г. Москва                  | 0,930     | Чукотский автономный округ | 0,883     |
| 7     | Республика Татарстан       | 0,975    | Республика Саха (Якутия)   | 0,886     | Республика Саха (Якутия)   | 0,858     |
| 8     | Чукотский автономный округ | 0,972    | Омская область             | 0,833     | Омская область             | 0,813     |
| 9     | Томская область            | 0,972    | Республика Тыва            | 0,833     | Республика Башкортостан    | 0,786     |
| 10    | Оренбургская область       | 0,971    | Магаданская область        | 0,804     | Кемеровская область        | 0,766     |
| 11    | Белгородская область       | 0,971    | Республика Башкортостан    | 0,783     | Республика Тыва            | 0,744     |
| 12    | Удмуртская Республика      | 0,971    | Кемеровская область        | 0,771     | Магаданская область        | 0,732     |
| 13    | Хабаровский край           | 0,970    | Калининградская область    | 0,729     | Краснодарский край         | 0,732     |
| 14    | Республика Башкортостан    | 0,970    | Камчатский край            | 0,722     | Московская область         | 0,713     |
| 15    | Курская область            | 0,968    | Краснодарский край         | 0,721     | Тюменская область          | 0,707     |
| 16    | Красноярский край          | 0,966    | Московская область         | 0,688     | Калининградская область    | 0,697     |
| 17    | Пермский край              | 0,965    | Новгородская область       | 0,681     | Камчатский край            | 0,671     |
| 18    | Чувашская Республика       | 0,964    | Владимирская область       | 0,677     | Оренбургская область       | 0,663     |

Таблица П2 (продолжение)

| № п/п | Регион                          | 1 фактор | Регион                              | 2 фактора | Регион                              | 3 фактора |
|-------|---------------------------------|----------|-------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|
| 19    | Свердловская область            | 0,964    | Тюменская область                   | 0,676     | Новосибирская область               | 0,658     |
| 20    | Владимирская область            | 0,958    | Оренбургская область                | 0,672     | Владимирская область                | 0,653     |
| 21    | Тульская область                | 0,953    | Курская область                     | 0,672     | Нижегородская область               | 0,649     |
| 22    | Орловская область               | 0,953    | Республика Ингушетия                | 0,667     | Курская область                     | 0,644     |
| 23    | Алтайский край                  | 0,953    | Новосибирская область               | 0,663     | Новгородская область                | 0,641     |
| 24    | Челябинская область             | 0,953    | Калужская область                   | 0,658     | Калужская область                   | 0,631     |
| 25    | Республика Саха (Якутия)        | 0,952    | Нижегородская область               | 0,648     | Самарская область                   | 0,630     |
| 26    | Республика Бурятия              | 0,952    | Томская область                     | 0,646     | Томская область                     | 0,625     |
| 27    | Республика Мордовия             | 0,950    | Удмуртская Республика               | 0,638     | Свердловская область                | 0,622     |
| 28    | Кабардино-Балкарская Республика | 0,950    | Архангельская область               | 0,631     | Удмуртская Республика               | 0,621     |
| 29    | Приморский край                 | 0,949    | Самарская область                   | 0,627     | Пермский край                       | 0,621     |
| 30    | Ярославская область             | 0,948    | Воронежская область                 | 0,624     | Республика Татарстан                | 0,619     |
| 31    | Республика Адыгея               | 0,948    | Пермский край                       | 0,620     | Архангельская область               | 0,617     |
| 32    | Липецкая область                | 0,947    | Кабардино-Балкарская Республика     | 0,617     | Воронежская область                 | 0,614     |
| 33    | Курганская область              | 0,947    | Свердловская область                | 0,611     | Ростовская область                  | 0,611     |
| 34    | Самарская область               | 0,947    | Республика Адыгея                   | 0,609     | Челябинская область                 | 0,610     |
| 35    | Республика Тыва                 | 0,946    | Орловская область                   | 0,609     | Ленинградская область               | 0,598     |
| 36    | Тюменская область               | 0,946    | Хабаровский край                    | 0,609     | Республика Ингушетия                | 0,597     |
| 37    | Омская область                  | 0,945    | Республика Татарстан                | 0,608     | Хабаровский край                    | 0,595     |
| 38    | Воронежская область             | 0,943    | Ростовская область                  | 0,608     | Липецкая область                    | 0,587     |
| 39    | Архангельская область           | 0,943    | Челябинская область                 | 0,607     | Тульская область                    | 0,578     |
| 40    | Брянская область                | 0,941    | Липецкая область                    | 0,607     | Кабардино-Балкарская Республика     | 0,576     |
| 41    | Пензенская область              | 0,940    | Ленинградская область               | 0,605     | Орловская область                   | 0,574     |
| 42    | Псковская область               | 0,940    | Тульская область                    | 0,596     | Алтайский край                      | 0,573     |
| 43    | Ленинградская область           | 0,939    | Республика Хакасия                  | 0,592     | Республика Коми                     | 0,571     |
| 44    | Новосибирская область           | 0,939    | Республика Северная Осетия – Алания | 0,592     | Ульяновская область                 | 0,565     |
| 45    | Московская область              | 0,938    | Ульяновская область                 | 0,587     | Республика Адыгея                   | 0,558     |
| 46    | Калужская область               | 0,936    | Алтайский край                      | 0,585     | Республика Хакасия                  | 0,555     |
| 47    | Новгородская область            | 0,935    | Республика Коми                     | 0,585     | Республика Северная Осетия – Алания | 0,552     |
| 48    | Республика Карелия              | 0,933    | Республика Алтай                    | 0,569     | Ставропольский край                 | 0,547     |
| 49    | Кемеровская область             | 0,932    | Амурская область                    | 0,567     | Амурская область                    | 0,545     |
| 50    | Костромская область             | 0,929    | Брянская область                    | 0,561     | Волгоградская область               | 0,540     |
| 51    | Ульяновская область             | 0,929    | Ставропольский край                 | 0,555     | Брянская область                    | 0,537     |
| 52    | Вологодская область             | 0,928    | Волгоградская область               | 0,544     | Приморский край                     | 0,521     |
| 53    | Сахалинская область             | 0,926    | Республика Карелия                  | 0,536     | Иркутская область                   | 0,514     |
| 54    | Республика Ингушетия            | 0,923    | Приморский край                     | 0,525     | Республика Дагестан                 | 0,512     |
| 55    | Республика Марий Эл             | 0,922    | Республика Дагестан                 | 0,522     | Республика Алтай                    | 0,508     |

Таблица П2 (окончание)

| № п/п | Регион                              | 1 фактор | Регион                          | 2 фактора | Регион                          | 3 фактора |
|-------|-------------------------------------|----------|---------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| 56    | Краснодарский край                  | 0,922    | Республика Бурятия              | 0,520     | Республика Карелия              | 0,508     |
| 57    | Волгоградская область               | 0,918    | Псковская область               | 0,519     | Саратовская область             | 0,502     |
| 58    | Кировская область                   | 0,914    | Иркутская область               | 0,515     | Республика Бурятия              | 0,495     |
| 59    | Ростовская область                  | 0,912    | Костромская область             | 0,511     | Вологодская область             | 0,494     |
| 60    | Рязанская область                   | 0,911    | Тамбовская область              | 0,509     | Псковская область               | 0,488     |
| 61    | Амурская область                    | 0,911    | Саратовская область             | 0,507     | Тамбовская область              | 0,488     |
| 62    | Тверская область                    | 0,898    | Вологодская область             | 0,506     | Костромская область             | 0,482     |
| 63    | Республика Северная Осетия – Алания | 0,894    | Карачаево-Черкесская Республика | 0,504     | Смоленская область              | 0,475     |
| 64    | Республика Хакасия                  | 0,893    | Республика Марий Эл             | 0,498     | Забайкальский край              | 0,473     |
| 65    | Республика Коми                     | 0,893    | Смоленская область              | 0,495     | Ярославская область             | 0,469     |
| 66    | Ставропольский край                 | 0,887    | Забайкальский край              | 0,491     | Республика Марий Эл             | 0,468     |
| 67    | Мурманская область                  | 0,885    | Еврейская автономная область    | 0,489     | Карачаево-Черкесская Республика | 0,464     |
| 68    | Смоленская область                  | 0,885    | Ярославская область             | 0,481     | Рязанская область               | 0,460     |
| 69    | Иркутская область                   | 0,883    | Рязанская область               | 0,476     | Кировская область               | 0,459     |
| 70    | Калининградская область             | 0,878    | Кировская область               | 0,475     | Чувашская Республика            | 0,458     |
| 71    | Тамбовская область                  | 0,874    | Чувашская Республика            | 0,475     | Тверская область                | 0,453     |
| 72    | Саратовская область                 | 0,861    | Пензенская область              | 0,467     | Пензенская область              | 0,451     |
| 73    | Еврейская автономная область        | 0,845    | Тверская область                | 0,466     | Еврейская автономная область    | 0,442     |
| 74    | Карачаево-Черкесская Республика     | 0,837    | Республика Мордовия             | 0,459     | Республика Мордовия             | 0,436     |
| 75    | Забайкальский край                  | 0,808    | Мурманская область              | 0,402     | Мурманская область              | 0,391     |
| 76    | Республика Дагестан                 | 0,791    | Курганская область              | 0,399     | Курганская область              | 0,382     |
| 77    | Астраханская область                | 0,766    | Чеченская Республика            | 0,368     | Чеченская Республика            | 0,350     |
| 78    | Ивановская область                  | 0,743    | Астраханская область            | 0,362     | Астраханская область            | 0,349     |
| 79    | Чеченская Республика                | 0,619    | Республика Калмыкия             | 0,352     | Республика Калмыкия             | 0,321     |
| 80    | Республика Калмыкия                 | 0,618    | Ивановская область              | 0,333     | Ивановская область              | 0,320     |

Таблица П3. Регионы, упорядоченные по оценкам эффективности, рассчитанным по динамическим моделям с двумя и тремя факторами эффективности за 2011 г.

| № п/п | Регион                     | 2 фактора | Регион                     | 3 фактора |
|-------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| 1     | г. Москва                  | 0,973     | г. Москва                  | 0,971     |
| 2     | г. Санкт-Петербург         | 0,939     | г. Санкт-Петербург         | 0,941     |
| 3     | Томская область            | 0,922     | Красноярский край          | 0,914     |
| 4     | Магаданская область        | 0,909     | Сахалинская область        | 0,893     |
| 5     | Сахалинская область        | 0,876     | Белгородская область       | 0,866     |
| 6     | Чукотский автономный округ | 0,858     | Чукотский автономный округ | 0,847     |
| 7     | Красноярский край          | 0,857     | Республика Саха (Якутия)   | 0,817     |
| 8     | Новосибирская область      | 0,826     | Омская область             | 0,782     |
| 9     | Республика Алтай           | 0,826     | Республика Башкортостан    | 0,755     |
| 10    | Белгородская область       | 0,820     | Магаданская область        | 0,740     |
| 11    | Республика Саха (Якутия)   | 0,816     | Республика Тыва            | 0,731     |
| 12    | Камчатский край            | 0,783     | Кемеровская область        | 0,729     |

Таблица ПЗ (продолжение)

| №<br>п/п | Регион                          | 2 фактора | Регион                                   | 3 фактора |
|----------|---------------------------------|-----------|------------------------------------------|-----------|
| 13       | Омская область                  | 0,778     | Московская область                       | 0,718     |
| 14       | Калининградская область         | 0,775     | Краснодарский край                       | 0,704     |
| 15       | Республика Башкортостан         | 0,766     | Калининградская область                  | 0,686     |
| 16       | Хабаровский край                | 0,765     | Тюменская область                        | 0,677     |
| 17       | Нижегородская область           | 0,758     | Камчатский край                          | 0,668     |
| 18       | Республика Тыва                 | 0,755     | Новосибирская область                    | 0,667     |
| 19       | Московская область              | 0,751     | Нижегородская область                    | 0,655     |
| 20       | Республика Татарстан            | 0,747     | Томская область                          | 0,651     |
| 21       | Пермский край                   | 0,745     | Оренбургская область                     | 0,647     |
| 22       | Самарская область               | 0,741     | Владимирская область                     | 0,643     |
| 23       | Новгородская область            | 0,741     | Новгородская область                     | 0,638     |
| 24       | Свердловская область            | 0,739     | Курская область                          | 0,637     |
| 25       | Тюменская область               | 0,737     | Калужская область                        | 0,630     |
| 26       | Калужская область               | 0,733     | Самарская область                        | 0,628     |
| 27       | Республика Хакасия              | 0,729     | Свердловская область                     | 0,622     |
| 28       | Краснодарский край              | 0,726     | Пермский край                            | 0,619     |
| 29       | Ленинградская область           | 0,720     | Удмуртская Республика                    | 0,618     |
| 30       | Удмуртская Республика           | 0,719     | Республика Татарстан                     | 0,617     |
| 31       | Приморский край                 | 0,714     | Воронежская область                      | 0,611     |
| 32       | Курская область                 | 0,712     | Ростовская область                       | 0,609     |
| 33       | Владимирская область            | 0,711     | Архангельская область                    | 0,608     |
| 34       | Кемеровская область             | 0,705     | Челябинская область                      | 0,607     |
| 35       | Ростовская область              | 0,705     | Хабаровский край                         | 0,601     |
| 36       | Оренбургская область            | 0,705     | Республика Ингушетия                     | 0,597     |
| 37       | Челябинская область             | 0,700     | Ленинградская область                    | 0,596     |
| 38       | Республика Карелия              | 0,698     | Липецкая область                         | 0,582     |
| 39       | Чувашская Республика            | 0,696     | Кабардино-Балкарская Республика          | 0,580     |
| 40       | Архангельская область           | 0,694     | Орловская область                        | 0,577     |
| 41       | Алтайский край                  | 0,693     | Алтайский край                           | 0,576     |
| 42       | Орловская область               | 0,692     | Тульская область                         | 0,576     |
| 43       | Республика Коми                 | 0,691     | Республика Коми                          | 0,568     |
| 44       | Республика Бурятия              | 0,689     | Ульяновская область                      | 0,567     |
| 45       | Республика Адыгея               | 0,689     | Республика Адыгея                        | 0,566     |
| 46       | Воронежская область             | 0,687     | Республика Хакасия                       | 0,565     |
| 47       | Кабардино-Балкарская Республика | 0,677     | Республика Северная Осетия – Ала-<br>ния | 0,554     |
| 48       | Липецкая область                | 0,675     | Ставропольский край                      | 0,550     |
| 49       | Ярославская область             | 0,674     | Амурская область                         | 0,546     |
| 50       | Вологодская область             | 0,673     | Волгоградская область                    | 0,543     |
| 51       | Ульяновская область             | 0,671     | Республика Алтай                         | 0,541     |
| 52       | Курганская область              | 0,667     | Брянская область                         | 0,539     |
| 53       | Волгоградская область           | 0,666     | Приморский край                          | 0,533     |
| 54       | Костромская область             | 0,663     | Республика Карелия                       | 0,521     |
| 55       | Тульская область                | 0,662     | Иркутская область                        | 0,519     |
| 56       | Ставропольский край             | 0,660     | Республика Бурятия                       | 0,510     |
| 57       | Псковская область               | 0,657     | Республика Дагестан                      | 0,510     |
| 58       | Еврейская автономная область    | 0,655     | Саратовская область                      | 0,510     |

Таблица ПЗ (окончание)

| № п/п | Регион                                   | 2 фактора | Регион                          | 3 фактора |
|-------|------------------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| 59    | Амурская область                         | 0,651     | Вологодская область             | 0,503     |
| 60    | Иркутская область                        | 0,651     | Псковская область               | 0,501     |
| 61    | Республика Мордовия                      | 0,642     | Тамбовская область              | 0,497     |
| 62    | Саратовская область                      | 0,642     | Костромская область             | 0,496     |
| 63    | Республика Ингушетия                     | 0,640     | Ярославская область             | 0,486     |
| 64    | Мурманская область                       | 0,639     | Смоленская область              | 0,483     |
| 65    | Пензенская область                       | 0,639     | Забайкальский край              | 0,482     |
| 66    | Тамбовская область                       | 0,636     | Республика Марий Эл             | 0,482     |
| 67    | Рязанская область                        | 0,634     | Чувашская Республика            | 0,479     |
| 68    | Брянская область                         | 0,633     | Карачаево-Черкесская Республика | 0,477     |
| 69    | Кировская область                        | 0,632     | Рязанская область               | 0,473     |
| 70    | Республика Марий Эл                      | 0,631     | Кировская область               | 0,473     |
| 71    | Тверская область                         | 0,626     | Пензенская область              | 0,468     |
| 72    | Республика Северная Осетия – Ала-<br>ния | 0,616     | Тверская область                | 0,467     |
| 73    | Забайкальский край                       | 0,611     | Еврейская автономная область    | 0,465     |
| 74    | Карачаево-Черкесская Республика          | 0,606     | Республика Мордовия             | 0,456     |
| 75    | Смоленская область                       | 0,600     | Мурманская область              | 0,413     |
| 76    | Республика Калмыкия                      | 0,597     | Курганская область              | 0,409     |
| 77    | Ивановская область                       | 0,589     | Астраханская область            | 0,372     |
| 78    | Астраханская область                     | 0,573     | Чеченская Республика            | 0,367     |
| 79    | Республика Дагестан                      | 0,570     | Республика Калмыкия             | 0,352     |
| 80    | Чеченская Республика                     | 0,501     | Ивановская область              | 0,348     |

Таблица П4. Рейтинги эффективности и граничного производственного потенциала (потенциального ВРП), рассчитанные по статической и динамической моделям

| Исходная информация                             |                       | Статическая модель    |                            |     | Динамическая модель   |                            |     |
|-------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----|-----------------------|----------------------------|-----|
| Регион, упорядоченный по рейтингу реального ВРП | Рейтинг реального ВРП | Рейтинг эффективности | Рейтинг потенциального ВРП | 4–2 | Рейтинг эффективности | Рейтинг потенциального ВРП | 7–2 |
| 1                                               | 2                     | 3                     | 4                          | 5   | 6                     | 7                          | 8   |
| г. Москва                                       | 1                     | 1                     | 1                          | 0   | 1                     | 1                          | 0   |
| Тюменская область                               | 2                     | 15                    | 2                          | 0   | 16                    | 2                          | 0   |
| Московская область                              | 3                     | 14                    | 3                          | 0   | 13                    | 3                          | 0   |
| г. Санкт-Петербург                              | 4                     | 3                     | 4                          | 0   | 2                     | 4                          | 0   |
| Республика Татарстан                            | 5                     | 30                    | 5                          | 0   | 30                    | 5                          | 0   |
| Свердловская область                            | 6                     | 27                    | 6                          | 0   | 27                    | 6                          | 0   |
| Краснодарский край                              | 7                     | 12                    | 7                          | 0   | 14                    | 7                          | 0   |
| Красноярский край                               | 8                     | 2                     | 14                         | 6   | 3                     | 9                          | 1   |
| Республика Башкортостан                         | 9                     | 9                     | 13                         | 4   | 9                     | 12                         | 3   |
| Самарская область                               | 10                    | 25                    | 8                          | –2  | 26                    | 8                          | –2  |

Таблица П4 (продолжение)

| 1                               | 2  | 3  | 4  | 5          | 6  | 7  | 8          |
|---------------------------------|----|----|----|------------|----|----|------------|
| Пермский край                   | 11 | 29 | 9  | -2         | 28 | 10 | -1         |
| Челябинская область             | 12 | 34 | 10 | -2         | 34 | 11 | -1         |
| Нижегородская область           | 13 | 21 | 15 | 2          | 19 | 15 | 2          |
| Ростовская область              | 14 | 33 | 11 | -3         | 32 | 13 | -1         |
| Кемеровская область             | 15 | 10 | 17 | 2          | 12 | 17 | 2          |
| Иркутская область               | 16 | 53 | 12 | -4         | 55 | 14 | -2         |
| <b>Сахалинская область</b>      | 17 | 4  | 31 | <b>14</b>  | 4  | 28 | <b>11</b>  |
| Новосибирская область           | 18 | 19 | 20 | 2          | 18 | 20 | 2          |
| Ленинградская область           | 19 | 35 | 18 | -1         | 37 | 18 | -1         |
| Оренбургская область            | 20 | 18 | 22 | 2          | 21 | 21 | 1          |
| Приморский край                 | 21 | 52 | 16 | -5         | 53 | 16 | -5         |
| <b>Белгородская область</b>     | 22 | 5  | 36 | <b>14</b>  | 5  | 33 | <b>11</b>  |
| Волгоградская область           | 23 | 50 | 19 | -4         | 50 | 19 | -4         |
| <b>Республика Саха (Якутия)</b> | 24 | 7  | 34 | <b>10</b>  | 7  | 32 | 8          |
| <b>Омская область</b>           | 25 | 8  | 37 | <b>12</b>  | 8  | 36 | 11         |
| Воронежская область             | 26 | 32 | 25 | -1         | 31 | 24 | -2         |
| Архангельская область           | 27 | 31 | 26 | -1         | 33 | 26 | -1         |
| Республика Коми                 | 28 | 43 | 23 | -5         | 43 | 23 | -5         |
| Саратовская область             | 29 | 57 | 21 | -8         | 58 | 22 | -7         |
| Хабаровский край                | 30 | 37 | 27 | -3         | 35 | 27 | -3         |
| Ставропольский край             | 31 | 48 | 24 | -7         | 48 | 25 | -6         |
| Томская область                 | 32 | 26 | 38 | 6          | 20 | 39 | 7          |
| Алтайский край                  | 33 | 42 | 33 | 0          | 41 | 35 | 2          |
| Удмуртская Республика           | 34 | 28 | 39 | 5          | 29 | 37 | 3          |
| Республика Дагестан             | 35 | 54 | 30 | -5         | 57 | 29 | -6         |
| Вологодская область             | 36 | 59 | 29 | -7         | 59 | 31 | -5         |
| Липецкая область                | 37 | 38 | 41 | 4          | 38 | 40 | 3          |
| Ярославская область             | 38 | 65 | 32 | -6         | 63 | 34 | -4         |
| Тульская область                | 39 | 39 | 42 | 3          | 42 | 41 | 2          |
| <b>Мурманская область</b>       | 40 | 75 | 28 | <b>-12</b> | 75 | 30 | <b>-10</b> |
| <b>Владимирская область</b>     | 41 | 20 | 51 | <b>10</b>  | 22 | 48 | 7          |
| Тверская область                | 42 | 71 | 35 | -7         | 72 | 38 | -4         |
| <b>Калужская область</b>        | 43 | 24 | 54 | <b>11</b>  | 25 | 52 | 9          |
| <b>Курская область</b>          | 44 | 22 | 55 | <b>11</b>  | 24 | 54 | <b>10</b>  |
| <b>Калининградская область</b>  | 45 | 16 | 58 | <b>13</b>  | 15 | 56 | <b>11</b>  |
| Амурская область                | 46 | 49 | 48 | 2          | 49 | 47 | 1          |
| Ульяновская область             | 47 | 44 | 50 | 3          | 44 | 49 | 2          |



Таблица П4 (окончание)

| 1                                   | 2  | 3  | 4  | 5   | 6  | 7  | 8   |
|-------------------------------------|----|----|----|-----|----|----|-----|
| Рязанская область                   | 48 | 68 | 43 | –5  | 69 | 43 | –5  |
| Забайкальский край                  | 49 | 64 | 46 | –3  | 65 | 44 | –5  |
| Кировская область                   | 50 | 69 | 45 | –5  | 70 | 46 | –4  |
| Пензенская область                  | 51 | 72 | 44 | –7  | 71 | 45 | –6  |
| Чувашская Республика                | 52 | 70 | 47 | –5  | 67 | 50 | –2  |
| Смоленская область                  | 53 | 63 | 52 | –1  | 64 | 51 | –2  |
| Тамбовская область                  | 54 | 60 | 53 | –1  | 61 | 53 | –1  |
| Брянская область                    | 55 | 51 | 57 | 2   | 52 | 58 | 3   |
| <i>Астраханская область</i>         | 56 | 78 | 40 | –16 | 77 | 42 | –14 |
| Республика Бурятия                  | 57 | 58 | 59 | 2   | 56 | 59 | 2   |
| Новгородская область                | 58 | 23 | 63 | 5   | 23 | 63 | 5   |
| Республика Карелия                  | 59 | 55 | 61 | 2   | 54 | 61 | 2   |
| Курганская область                  | 60 | 76 | 56 | –4  | 76 | 57 | –3  |
| Орловская область                   | 61 | 41 | 65 | 4   | 40 | 64 | 3   |
| <i>Ивановская область</i>           | 62 | 80 | 49 | –13 | 80 | 55 | –7  |
| Республика Мордовия                 | 63 | 74 | 60 | –3  | 74 | 60 | –3  |
| Республика Хакасия                  | 64 | 46 | 67 | 3   | 46 | 66 | 2   |
| Камчатский край                     | 65 | 17 | 69 | 4   | 17 | 69 | 4   |
| Костромская область                 | 66 | 62 | 64 | –2  | 62 | 65 | –1  |
| Псковская область                   | 67 | 61 | 66 | –1  | 60 | 67 | 0   |
| Республика Марий Эл                 | 68 | 66 | 68 | 0   | 66 | 68 | 0   |
| Кабардино-Балкарская Республика     | 69 | 40 | 70 | 1   | 39 | 70 | 1   |
| Чеченская Республика                | 70 | 77 | 62 | –8  | 78 | 62 | –8  |
| Республика Северная Осетия – Алания | 71 | 47 | 71 | 0   | 47 | 71 | 0   |
| Магаданская область                 | 72 | 13 | 73 | 1   | 10 | 73 | 1   |
| Республика Адыгея                   | 73 | 45 | 74 | 1   | 45 | 74 | 1   |
| Карачаево-Черкесская Республика     | 74 | 67 | 72 | –2  | 68 | 72 | –2  |
| Чукотский автономный округ          | 75 | 6  | 78 | 3   | 6  | 77 | 2   |
| Еврейская автономная область        | 76 | 73 | 76 | 0   | 73 | 76 | 0   |
| Республика Тыва                     | 77 | 11 | 79 | 2   | 11 | 79 | 2   |
| Республика Калмыкия                 | 78 | 79 | 75 | –3  | 79 | 75 | –3  |
| Республика Алтай                    | 79 | 56 | 77 | –2  | 51 | 78 | –1  |
| Республика Ингушетия                | 80 | 36 | 80 | 0   | 36 | 80 | 0   |

**Примечание.** Регионы упорядочены по рейтингу реального ВРП за 2011 г. В столбце 5 стоит разница рейтинга потенциального ВРП по статической модели и рейтинга реального ВРП; в столбце 8 – разница рейтинга потенциального ВРП по динамической модели и рейтинга реального ВРП. Полужирным шрифтом показаны значения рейтинговых оценок локальной эффективности для локально эффективных регионов, курсивом – значения рейтинговых оценок локальной эффективности для локально неэффективных регионов.

Таблица П5. Эластичности ВРП 2011 г. по значениям характеристик факторов эффективности

| Регион                  | Рост ВРП (в %) при увеличении доли (в %) инновационно-активных предприятий на 1% | Рост ВРП (в %) при увеличении числа компьютеров на 1% | Рост ВРП (в %) при увеличении численности персонала, занятого научными исследованиями, на 1% |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Белгородская область    | 0,6344                                                                           | 0,8382                                                | 0,0078                                                                                       |
| Брянская область        | 1,0325                                                                           | 1,3640                                                | 0,0094                                                                                       |
| Владимирская область    | 0,8874                                                                           | 1,1723                                                | 0,0213                                                                                       |
| Воронежская область     | 0,9629                                                                           | 1,2721                                                | 0,0905                                                                                       |
| Ивановская область      | 1,7732                                                                           | 2,3425                                                | 0,0116                                                                                       |
| Калужская область       | 0,9361                                                                           | 1,2367                                                | 0,0603                                                                                       |
| Костромская область     | 1,1835                                                                           | 1,5635                                                | 0,0010                                                                                       |
| Курская область         | 0,9034                                                                           | 1,1935                                                | 0,0158                                                                                       |
| Липецкая область        | 0,9613                                                                           | 1,2699                                                | 0,0022                                                                                       |
| Московская область      | 0,4409                                                                           | 0,5825                                                | 0,2338                                                                                       |
| Орловская область       | 0,9972                                                                           | 1,3174                                                | 0,0051                                                                                       |
| Рязанская область       | 1,2353                                                                           | 1,6319                                                | 0,0178                                                                                       |
| Смоленская область      | 1,1363                                                                           | 1,5012                                                | 0,0067                                                                                       |
| Тамбовская область      | 1,1399                                                                           | 1,5059                                                | 0,0127                                                                                       |
| Тверская область        | 1,2646                                                                           | 1,6706                                                | 0,0437                                                                                       |
| Тульская область        | 0,9957                                                                           | 1,3154                                                | 0,0370                                                                                       |
| Ярославская область     | 1,2610                                                                           | 1,6659                                                | 0,0505                                                                                       |
| г. Москва               | 0,0134                                                                           | 0,0176                                                | 0,0253                                                                                       |
| Республика Карелия      | 1,1440                                                                           | 1,5113                                                | 0,0075                                                                                       |
| Республика Коми         | 0,9971                                                                           | 1,3172                                                | 0,0151                                                                                       |
| Архангельская область   | 0,9226                                                                           | 1,2188                                                | 0,0089                                                                                       |
| Вологодская область     | 1,1683                                                                           | 1,5434                                                | 0,0052                                                                                       |
| Калининградская область | 0,8262                                                                           | 1,0915                                                | 0,0078                                                                                       |
| Ленинградская область   | 0,9827                                                                           | 1,2982                                                | 0,0360                                                                                       |
| Мурманская область      | 1,4851                                                                           | 1,9619                                                | 0,0206                                                                                       |
| Новгородская область    | 0,8980                                                                           | 1,1863                                                | 0,0066                                                                                       |
| Псковская область       | 1,1667                                                                           | 1,5413                                                | 0,0044                                                                                       |
| г. Санкт-Петербург      | 0,1386                                                                           | 0,1831                                                | 0,0874                                                                                       |
| Республика Адыгея       | 1,0173                                                                           | 1,3440                                                | 0,0019                                                                                       |
| Республика Калмыкия     | 1,7306                                                                           | 2,2863                                                | 0,0033                                                                                       |
| Краснодарский край      | 0,7881                                                                           | 1,0412                                                | 0,0299                                                                                       |
| Астраханская область    | 1,5797                                                                           | 2,0869                                                | 0,0112                                                                                       |
| Волгоградская область   | 1,0638                                                                           | 1,4054                                                | 0,0271                                                                                       |
| Ростовская область      | 0,9720                                                                           | 1,2842                                                | 0,0995                                                                                       |
| Республика Дагестан     | 1,0022                                                                           | 1,3239                                                | 0,0143                                                                                       |
| Республика Ингушетия    | 0,8840                                                                           | 1,1678                                                | 0,0009                                                                                       |

Таблица П5 (продолжение)

| Регион                              | Рост ВРП (в %) при увеличении доли (в %) инновационно-активных предприятий на 1% | Рост ВРП (в %) при увеличении числа компьютеров на 1% | Рост ВРП (в %) при увеличении численности персонала, занятого научными исследованиями, на 1% |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Кабардино-Балкарская Республика     | 0,9818                                                                           | 1,2970                                                | 0,0069                                                                                       |
| Карачаево-Черкесская Республика     | 1,1509                                                                           | 1,5204                                                | 0,0028                                                                                       |
| Республика Северная Осетия – Алания | 0,9564                                                                           | 1,2635                                                | 0,0055                                                                                       |
| Чеченская Республика                | 1,4111                                                                           | 1,8642                                                | 0,0102                                                                                       |
| Ставропольский край                 | 1,0466                                                                           | 1,3826                                                | 0,0426                                                                                       |
| Республика Башкортостан             | 0,7537                                                                           | 0,9957                                                | 0,0354                                                                                       |
| Республика Марий Эл                 | 1,1923                                                                           | 1,5751                                                | 0,0018                                                                                       |
| Республика Мордовия                 | 1,3273                                                                           | 1,7535                                                | 0,0111                                                                                       |
| Республика Татарстан                | 0,9412                                                                           | 1,2435                                                | 0,0882                                                                                       |
| Удмуртская Республика               | 0,9463                                                                           | 1,2501                                                | 0,0130                                                                                       |
| Чувашская Республика                | 1,2958                                                                           | 1,7119                                                | 0,0103                                                                                       |
| Пермский край                       | 0,9556                                                                           | 1,2625                                                | 0,0681                                                                                       |
| Кировская область                   | 1,2353                                                                           | 1,6319                                                | 0,0137                                                                                       |
| Нижегородская область               | 0,7481                                                                           | 0,9883                                                | 0,1940                                                                                       |
| Оренбургская область                | 0,8734                                                                           | 1,1539                                                | 0,0065                                                                                       |
| Пензенская область                  | 1,2974                                                                           | 1,7140                                                | 0,0566                                                                                       |
| Самарская область                   | 0,9421                                                                           | 1,2447                                                | 0,0866                                                                                       |
| Саратовская область                 | 1,1353                                                                           | 1,4999                                                | 0,0408                                                                                       |
| Ульяновская область                 | 1,0122                                                                           | 1,3372                                                | 0,0308                                                                                       |
| Курганская область                  | 1,5496                                                                           | 2,0471                                                | 0,0094                                                                                       |
| Свердловская область                | 0,9293                                                                           | 1,2277                                                | 0,1282                                                                                       |
| Тюменская область                   | 0,8370                                                                           | 1,1057                                                | 0,0558                                                                                       |
| Челябинская область                 | 0,9740                                                                           | 1,2868                                                | 0,0921                                                                                       |
| Республика Алтай                    | 1,1364                                                                           | 1,5013                                                | 0,0017                                                                                       |
| Республика Бурятия                  | 1,1810                                                                           | 1,5602                                                | 0,0100                                                                                       |
| Республика Тыва                     | 0,7552                                                                           | 0,9977                                                | 0,0015                                                                                       |
| Республика Хакасия                  | 1,0388                                                                           | 1,3723                                                | 0,0014                                                                                       |
| Алтайский край                      | 1,0146                                                                           | 1,3404                                                | 0,0176                                                                                       |
| Забайкальский край                  | 1,1372                                                                           | 1,5023                                                | 0,0026                                                                                       |
| Красноярский край                   | 0,5941                                                                           | 0,7849                                                | 0,0330                                                                                       |
| Иркутская область                   | 1,1145                                                                           | 1,4723                                                | 0,0397                                                                                       |
| Кемеровская область                 | 0,7218                                                                           | 0,9535                                                | 0,0083                                                                                       |
| Новосибирская область               | 0,8475                                                                           | 1,1196                                                | 0,1230                                                                                       |
| Омская область                      | 0,7165                                                                           | 0,9466                                                | 0,0240                                                                                       |
| Томская область                     | 0,7997                                                                           | 1,0565                                                | 0,0502                                                                                       |
| Республика Саха (Якутия)            | 0,6811                                                                           | 0,8998                                                | 0,0123                                                                                       |

Таблица П5 (окончание)

| Регион                       | Рост ВРП (в %) при увеличении доли (в %) инновационно-активных предприятий на 1% | Рост ВРП (в %) при увеличении числа компьютеров на 1% | Рост ВРП (в %) при увеличении численности персонала, занятого научными исследованиями, на 1% |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Камчатский край              | 0,8855                                                                           | 1,1699                                                | 0,0065                                                                                       |
| Приморский край              | 1,1379                                                                           | 1,5033                                                | 0,0402                                                                                       |
| Хабаровский край             | 0,9982                                                                           | 1,3187                                                | 0,0140                                                                                       |
| Амурская область             | 1,0168                                                                           | 1,3433                                                | 0,0060                                                                                       |
| Магаданская область          | 0,7212                                                                           | 0,9527                                                | 0,0032                                                                                       |
| Сахалинская область          | 0,6057                                                                           | 0,8002                                                | 0,0031                                                                                       |
| Еврейская автономная область | 1,2666                                                                           | 1,6734                                                | 0,0036                                                                                       |
| Чукотский автономный округ   | 0,6653                                                                           | 0,8790                                                | 0,0001                                                                                       |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айвазян С.А.** (2012). Анализ качества и образа жизни населения: эконометрический подход. М.: Наука.
- Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю.** (2013). Моделирование производственного потенциала компании на основе концепции стохастической границы: методология и эмпирический анализ // *Вестник Российского гуманитарного научного фонда*. № 4.
- Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Руденко В.А.** (2012). Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал // *Прикладная эконометрика*. № 3(27).
- Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю.** (2011). Моделирования производственного потенциала компании с учетом ее интеллектуального капитала. М.: ЦЭМИ РАН.
- Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю.** (2009). Оценка экономической эффективности перехода к достижимому производственному потенциалу. *Прикладная эконометрика*. № 3.
- Бадалов Л.М., Чайникова Л.Н.** (2011). Система управления и резервы повышения конкурентного потенциала региона // *Качество. Инновации. Образование*. № 2.
- Валовый региональный продукт (2012). Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012. М.: Росстат.
- Инновационная активность организаций (2012). [Электронный ресурс] Регионы России. Социально-экономические показатели – 2012 г. Режим доступа: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b12\\_14p/IssWWW.exe/Stg/d03/22-15.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_14p/IssWWW.exe/Stg/d03/22-15.htm), свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: май 2014 г.).
- Каплан Р.С., Нортон Д.П.** (2005). Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. М.: Олимп-Бизнес.
- Корицкий А.В.** (2009). Влияние человеческого капитала и других факторов производства на доходы населения в регионах России // *Креативная экономика*. № 2 (26).
- Поступление патентных заявок и выдача охранных документов (2012). Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012. М.: Росстат. С. 806–807.
- Среднегодовая численность занятых (2012). Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012. М.: Росстат. С. 100–101.
- Стоимость основных фондов (2012). Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012. М.: Росстат. С. 409–410.
- Численность безработных (2012). Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012. М.: Росстат. С. 124–125.
- Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, по категориям (2012). [Элек-

- тронный ресурс] Регионы России. Социально-экономические показатели – 2012 г. Режим доступа: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b12\\_14p/IssWWW.exe/Stg/d03/22-03-1.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_14p/IssWWW.exe/Stg/d03/22-03-1.htm), свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: май 2014 г.).
- Число персональных компьютеров на 100 работников (2012). [Электронный ресурс] Регионы России. Социально-экономические показатели – 2012 г. Режим доступа: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b12\\_14p/IssWWW.exe/Stg/d02/20-03.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_14p/IssWWW.exe/Stg/d02/20-03.htm), свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: май 2014 г.).
- Aigner D.J., Lovell C.A.K., Schmidt P.** (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models // *Journal of Econometrics*. Vol. 6.
- Battese C.** (1988). Prediction of Firm-level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data // *Journal of Econometrics*. Vol. 38.
- Kumbhakar S., Lovell K.** (2004). Stochastic Frontier Analysis. Cambridge: Cambridge U.P.

Поступила в редакцию  
24,03,2014 г.

## Efficiency Estimation of Russian Regions Based on the Productive Potential Model Including the Characteristics of Readiness to Innovate

**S.A. Aivazian, M.Yu. Afanasiev, V.A. Rudenko**

On the basis of the author's methodology it is built static and dynamic models of the production potential of the regions of the Russian Federation. The conclusion was made, that it is not appropriate to conduct the division of regions into clusters in a productive potential model for the period in question. Characteristics of the regions' readiness to innovate were identified, they allow a treatment as factors of production efficiency. It is shown that the integration of the efficiency in the productive potential model can significantly improve differentiation estimates of production's technical efficiency.

Locally effective regions which have relatively high efficiency estimates among regions with similar amounts of GRP and locally inefficient regions were identified by a comparison of the regional ratings of real GRP and boundary GRP. The using of "local efficiency" concept becomes constructive in the context of determining the prospects of the region's development based on meaningful interpretation of a set of indicators which characterize the efficiency factors. Marginal effects influence of the factors' effectiveness on the result of industrial activity in the region and the corresponding elasticities were calculated.

**Keywords:** regional economy, econometric modeling, stochastic frontier, efficiency estimation, efficiency factors, local efficiency.

**Классификация JEL:** C120, C510, R150.