

С. А. Айвазян, М. Ю. Афанасьев, В. А. Руденко

Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал

Предложена общая схема решения некоторых вопросов спецификации трехфакторных стохастических моделей производственного потенциала компании, учитывающих факторы эффективности использования интеллектуального капитала. Представленная формализованная схема, основанная на использовании нестандартных критериев проверки статистических гипотез, а также информации об адекватных целях исследования факторах эффективности, позволяет сделать обоснованный выбор подходящего варианта внутри анализируемого класса моделей. Апробация предложенного метода спецификации проводится на выборочных данных по американским компаниям в отрасли «Biotechnology and Drugs» и российским компаниям в отраслях «Производство основной фармацевтической продукции» и «Разработка программного обеспечения». Показано, что необоснованная спецификация модели может приводить к значительным искажениям оценок эффективности производства. Выполнена проверка ряда гипотез относительно возможности использования в модели производственного потенциала различных оценок интеллектуального капитала.

Ключевые слова: эконометрическая модель; производственный потенциал; спецификация модели; производственные факторы; факторы эффективности; интеллектуальный капитал; эффективность производства.

JEL classification: C51; C52; D24.

1. Введение

На сегодняшний день большинство развитых стран являются странами с постиндустриальной экономикой, которую тесно связывают с понятием «экономика знаний». Впервые этот термин употребил Ф. Махлуп (Machlup, 1962), описывая создание нового информационного общества в США. Однако с ростом роли научно-технического прогресса и инноваций под данным термином стали понимать тип экономики, в которой сектор знаний играет решающую роль, а производство в этом секторе становится источником роста экономики. Восприятие знаний как производящего ресурса породило новые теории экономического и инновационного роста (Romer, 1989; Quah, 1997; Boldrin, Levine, 2002; Макаров, 2003). Некоторые авторы считают, что в постиндустриальной экономике роль традиционных факторов производства (труда и физического капитала) мала по сравнению с ролью ресурсов, создаваемых «сектором знаний» (Drucker, 1993).

Совокупность знаний и других интеллектуальных ресурсов, рассматриваемых в качестве экономических факторов, принято характеризовать термином «интеллектуальный капи-

тал». Основной целью данной работы является исследование влияния интеллектуального капитала на объем производства компании и оценка эффективности его использования. Для описания этого влияния воспользуемся аппаратом производственных функций. При этом вместо неоклассической производственной функции $R = F(L, K)$, где R — объем производства компании, L — объем затрат физического труда, K — объем затрат физического и финансового капиталов, будем рассматривать производственную функцию постиндустриальной экономики, которая может быть представлена в виде $R = F(L, K, I)$, где I — объем затрат (оценка) интеллектуального капитала, используемого компанией. Трудность построения такой функции заключается в отсутствии общепринятого представления о сущности и структуре интеллектуального капитала, его роли как фактора производства. Считается, что термин «интеллектуальный капитал» (ИК) впервые был использован Дж. Гэлбрейтом в 1969 году. Этот термин получил широкое распространение в последние годы и в настоящее время весьма популярен. Изучением структуры интеллектуального капитала занимаются многие ученые, в числе которых следует отметить Т. Стюарта, К. Тейлора, Б. Б. Леонтьева, В. Л. Макарова. Далее будем придерживаться следующего, учитывающего представления вышеуказанных специалистов, определения: **интеллектуальный капитал компании** — это совокупность знаний, которыми владеет компания и ее сотрудники, способствующих повышению дохода и конкурентных преимуществ (Айвазян, Афанасьев, 2011). Значительных успехов в изучении структуры интеллектуального капитала достиг Л. Эдвинссон, директор по интеллектуальному капиталу шведской страховой компании Skandia. Предложенная им и принятая многими авторами структура интеллектуального капитала представляется конструктивной для достижения поставленных в данном исследовании целей. Следуя работе (Edvinsson, Malone, 1997), будем полагать, что на верхнем уровне иерархической структуры интеллектуальный капитал состоит из двух компонент: человеческого и структурного капиталов. При этом в качестве *человеческого капитала* (ЧК) компании будем рассматривать совокупность знаний, приобретенных навыков, опыта и социальных связей сотрудников, их способности к инновационной и творческой деятельности. К *структурному капиталу* (СК) будем относить формализованные знания, принадлежащие компании: патенты, лицензии, торговые знаки, отношения с поставщиками и потребителями, организационную структуру, базы данных.

При построении модели производственной функции компании важно, чтобы все учтенные факторы производства, включая интеллектуальный капитал, были численно измеримы. Результаты анализа известных методов оценки интеллектуального капитала, приведенные в работе Р. С. Каплана и Д. П. Нортон (2005) показывают, что большинство существующих оценок не поддаются измерению в стоимостном выражении. Это — следствие ряда специфических свойств интеллектуального капитала, проблем учета эффекта его тиражирования, отсутствия в бухгалтерском учете показателей, описывающих все его компоненты.

В соответствии с (Айвазян, Афанасьев, 2011), модель производственной функции является детерминированной составляющей модели производственного потенциала. Рассматриваемый в данном исследовании класс моделей производственного потенциала компании имеет вид

$$R = \beta_0 K^{\beta_1} L^{\beta_2} I^{\beta_3} e^{V-U}, \quad (1)$$

где случайная величина V подчиняется $(0; \sigma_V^2)$ -нормальному распределению (т.е. $V \sim N(0; \sigma_V^2)$), а случайная величина U распределена в общем случае в соответствии с усеченным в нуле

нормальным законом, имеющим среднее значение μ и дисперсию σ_U^2 (т. е. $U \sim N^+(\mu; \sigma_U^2)$), причем случайные величины V и U статистически независимы.

Цель представленного исследования — описание общей схемы и необходимых для ее реализации статистических критериев, позволяющих получать ответы на следующие вопросы, связанные со спецификацией модели.

(а) Правомерно ли (при принятых способах измерения интеллектуального капитала и показателей эффективности его использования) рассматривать именно **трехфакторную** модель (1) (альтернатива — модель с двумя факторами)?

(б) При положительном ответе на вопрос (а), присутствует ли неэффективность в использовании факторов производства (альтернатива — $\mu = 0$ и $\sigma_U^2 = 0$)?

(в) При положительном ответе на вопрос (а) и при наличии эффекта неэффективности ($\sigma_U^2 > 0$), правомерно ли использовать модель (1) при $\mu = 0$ (альтернатива — $\mu \neq 0$)?

(г) Наконец, при положительных ответах на вопросы (а) и (б) и при наличии информации о показателях $z^{(1)}, z^{(2)}, \dots, z^{(p)}$, от которых может зависеть эффективность использования основных факторов производства, как статистически проверить гипотезы о самом факте и характере зависимости параметров μ и/или σ_U^2 от этих показателей?

Конечно, результаты подобного анализа будут существенно зависеть от *способа измерения* интеллектуального (или структурного) капитала. В эмпирической части работы используются следующие способы оценки интеллектуального и структурного капитала.

Способ 1. ИК компании оценивается разностью между ее рыночной стоимостью и балансовой стоимостью ее материальных активов.

Способ 2. ИК компании оценивается разностью между ее рыночной стоимостью и стоимостью, оцененной на основании коэффициента отдачи от активов.

Способ 3. При использовании в качестве третьего основного фактора производства структурного капитала компании он может быть оценен величиной ее нематериальных активов.

В качестве показателей эффективности реализации ИК используются *отношение валовой прибыли компании к фонду заработной платы* и *коэффициент отдачи от активов*.

Способы 1 и 3 были предложены и протестированы в (Айвазян, Афанасьев, 2011) при определенной спецификации модели производственного потенциала. Настоящая работа снова обращается к их проверке, а также к проверке способа 2, уделяя особое внимание обоснованию выбора спецификации модели производственного потенциала для имеющейся выборки данных в рассматриваемой сфере производственной деятельности. В частности, будет показано, что необоснованный выбор спецификации модели производственного потенциала может приводить к ошибочным выводам в отношении проверяемых гипотез и искажениям оценок эффективности производства.

Общая методическая схема получения ответов на вопросы (а)–(г) описана в следующих двух разделах работы. В них представлены схемы спецификации модели производственного потенциала как с учетом, так и без учета показателей эффективности производства. В четвертом разделе приводятся результаты эмпирического анализа, выполненного на основе предложенной общей методической схемы. Этот эмпирический анализ проведен по данным американских компаний отрасли «Biotechnology and Drugs» и российских компаний отраслей «Производство основной фармацевтической продукции» и «Разработка программного обеспечения». Для расчетов использованы данные с сайтов финансовых отчетностей компаний: www.finance.yahoo.com и www.spark.interfax.ru.

2. Общая схема спецификации модели анализируемого класса при отсутствии информации о показателях эффективности

Анализируемый класс моделей представлен соотношением (1) и соответствующими пояснениями относительно смысла и природы участвующих в нем переменных и параметров, а к вопросам спецификации относятся в данном случае вопросы, сформулированные выше в пунктах (а)–(в).

Проверка адекватности, правомерности использования того или иного способа измерения ИК или СК при анализе компаний определенной отрасли (см. указанные выше способы 1–3) основана на следующей логике. Свидетельством практической приемлемости использованного способа измерения является ситуация, при которой влияние ИК (или СК) на результаты производственной деятельности компании является *положительным и статистически значимым* при положительных и статистически значимых оценках коэффициентов влияния капитала (K) и труда (L). Если же такого результата оценивания модели (1) добиться не удастся, то использованный способ признается непригодным для изучения его влияния на результаты производственной деятельности компании¹.

Итак, приступая к эконометрическому анализу модели (1), имеем массив данных вида:

$E^1 = \{R_i, K_i, L_i, I_i\}_{i=1}^n$, где R_i — объем производства i -й компании, K_i, L_i, I_i — объемы основных факторов производства i -й компании, n — число компаний в выборке.

Формализация задач, сформулированных в вопросах (а)–(в), требует рассмотрения трех «вложенных» моделей:

$$M_0: R = \beta_0 K^{\beta_1} L^{\beta_2} I^{\beta_3} e^V, \text{ где } V \sim N(0; \sigma_V^2);$$

$$M_1: R = \beta_0 K^{\beta_1} L^{\beta_2} I^{\beta_3} e^{V-U}, \text{ где } V \sim N(0; \sigma_V^2), U \sim N^+(0; \sigma_U^2);$$

$$M_2: R = \beta_0 K^{\beta_1} L^{\beta_2} I^{\beta_3} e^{V-U}, \text{ где } V \sim N(0; \sigma_V^2), U \sim N^+(\mu; \sigma_U^2).$$

Очевидно, что модель M_1 является частным случаем модели M_2 (при $\mu = 0$), а модель M_0 — это частный случай модели M_1 (при $\sigma_U^2 = 0$). Для ответа на вопрос о корректности использования того или иного способа измерения ИК (или СК) необходимо уметь проверять гипотезы:

$H_0: \exists i = 1, 2, 3: \beta_i \leq 0$ (среди факторов производства существует незначимый фактор или фактор с отрицательным коэффициентом);

$H_0^A: \forall i = 1, 2, 3 \beta_i > 0$ (все факторы производства значимы и имеют положительные коэффициенты).

Для проверки основной гипотезы H_0 против альтернативной H_0^A в модели M_0 будем пользоваться классическими значениями t -статистики, рассчитанными для каждого фактора $\hat{t}_i = \hat{\beta}_i / s_{\hat{\beta}_i}$, где $\hat{\beta}_i$ — оценка i -го коэффициента, $s_{\hat{\beta}_i}$ — несмещенная оценка среднего квадратического отклонения.

¹ Положительная и статистически значимая оценка влияния одного из трех основных факторов производства в модели (1) может сопровождаться незначимым или отрицательно значимым влиянием другого фактора вследствие возможного эффекта *мультиколлинеарности*. Специальные приемы «борьбы» с мультиколлинеарностью (переход к смещенным оценкам, ортогонализация объясняющих переменных) в данной работе не рассматриваются.

Статистика \hat{t}_i имеет распределение Стьюдента с $(n - k)$ степенями свободы, где k — число параметров модели, n — число наблюдений. Для проверки данной гипотезы будем использовать следующее p -значение: $p = 0.5P(|t| > \hat{t}_i)$, где t — случайная величина, имеющая распределение Стьюдента с $(n - k)$ степенями свободы². При заданном уровне значимости α в случае, если $p < \alpha$, гипотезу \mathbf{H}_0 следует отвергнуть в пользу альтернативной \mathbf{H}_0^A , иначе гипотезу \mathbf{H}_0 отвергать не следует.

Для проверки этой же гипотезы в моделях M_1 и M_2 будем пользоваться z -статистикой $\hat{z}_i = \hat{\beta}_i / s_{\hat{\beta}_i}$, где $\hat{\beta}_i$ — оценка i -го коэффициента, $s_{\hat{\beta}_i}$ — несмещенная оценка средней квадратической ошибки в оценке $\hat{\beta}_i$.

Статистика \hat{z}_i имеет (в асимптотике при $n \rightarrow \infty$) распределение хи-квадрат с одной степенью свободы.

Исходя из этого, будем использовать следующее p -значение:

$$p = \frac{1}{2} - \Phi \left(\text{sgn}(\hat{\beta}_i) \cdot \frac{|\hat{\beta}_i|}{s_{\hat{\beta}_i}} \right),$$

где $\text{sgn}(\hat{\beta}_i)$ — знак оценки параметра β_i , $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{u^2}{2}} du$ — функция Лапласа.

Следовательно, при заданном уровне значимости α в случае, если $p < \alpha$, гипотезу \mathbf{H}_0 следует отвергнуть в пользу альтернативной \mathbf{H}_0^A , иначе ее отвергать не следует.

Процедура получения ответа на вопрос (б) может быть формализована в рамках рассмотрения модели M_1 и статистической проверки следующих гипотез:

\mathbf{H}_1 : $\sigma_U^2 = 0$ (неэффективности нет)

при альтернативе

\mathbf{H}_1^A : $\sigma_U^2 > 0$ (неэффективность присутствует).

Для проверки гипотезы \mathbf{H}_1 против альтернативной гипотезы \mathbf{H}_1^A будем использовать статистику

$$Lr = 2(\ln L(\mathbf{H}_1^A) - \ln L(\mathbf{H}_1)),$$

где $L(\mathbf{H}_1^A)$ — значение функции правдоподобия при альтернативной гипотезе, $L(\mathbf{H}_1)$ — значение функции правдоподобия при нулевой гипотезе.

Как известно (см. Self, Liang, 1987; Coelli, 1995; Gutierrez et al., 2001), распределение статистики Lr в условиях справедливости гипотезы \mathbf{H}_1 является (асимптотически при $n \rightarrow \infty$) смесью распределений случайных величин $\chi^2(0)$ и $\chi^2(1)$ с весами 1/2, где под $\chi^2(0)$ -распределением понимается вырожденное распределение — случайная величина $\chi^2(0)$ равна нулю с вероятностью единица. Таким образом, если при заданном уровне значимости

² В данном исследовании будем использовать p -значения, рассчитанные для каждого коэффициента, и делать вывод о незначимости по каждому коэффициенту отдельно (расчет p -значения для проверки совместной сложной гипотезы не поддается аналитическому решению).

α критерия значение тестовой статистики Lr окажется больше α -квантили $Lr(\alpha)$ упомянутого распределения, то гипотезу H_1 об отсутствии неэффективности в модели M_1 следует отвергнуть (легко видеть, что $Lr(\alpha) = \chi^2_{1-2\alpha}(1)$ — квантиль уровня $1-2\alpha$ для $\chi^2(1)$ -распределения).

Процедура получения ответа на вопросы (б) и (в) может быть формализована в рамках рассмотрения модели M_2 и статистической проверки гипотез:

$$H_2 : \begin{cases} \mu = 0 \\ \sigma_U^2 = 0 \end{cases} \text{ (оба параметра } \mu \text{ и } \sigma_U^2 \text{ равны нулю, т. е. в модели 2 нет неэффективности)}$$

при альтернативе

$$H_2^A : \begin{cases} \mu \neq 0 \\ \sigma_U^2 \neq 0 \end{cases} \text{ (хотя бы один из параметров } \mu \text{ и } \sigma_U^2 \text{ не равен нулю, т. е. в модели 2 присутствует неэффективность).}$$

Для проверки гипотезы H_2 против альтернативной H_2^A будем использовать статистику

$$z = \frac{m_3}{(6m_3^2 / n)^{1/2}}, \text{ где } n \text{ — число наблюдений, } m_3 \text{ — третий момент МНК-оцененных остатков модели } M_2.$$

В работе (Pagan, Hall, 1983) доказано, что в условиях справедливости гипотезы H_2 и нормальности остатков V тестовая статистика z асимптотически (при $n \rightarrow \infty$) имеет стандартное нормальное распределение.

Соответственно, проверка гипотезы H_2 об отсутствии неэффективности в модели M_2 проводится следующим образом. Если значение $z > u_{1-\alpha}$ (где $u_{1-\alpha}$ — квантиль уровня $(1-\alpha)$ стандартного нормального распределения), гипотезу об отсутствии неэффективности следует отвергнуть, в противном случае гипотеза H_2 принимается.

Формализация процедуры выбора между моделями M_1 и M_2 основана на статистической проверке гипотез:

$H_{1,2} : \mu = 0$ в модели M_2 (неэффективность в моделях M_1 и M_2 неразличима);

$H_{1,2}^A : \mu \neq 0$ в модели M_2 (неэффективность в моделях M_1 и M_2 различима).

Для проверки данной гипотезы будем использовать скорректированный критерий Акаике (Hurvich, Tsai, 1989).

В частности, при анализе по n наблюдениям (n ограничено) двух моделей, в первой из которых k оцениваемых параметров, а во второй — l , будем пользоваться так называемым скорректированным информационным критерием Акаике $AICc(M)$, выбирая ту модель, для которой данный показатель меньше.

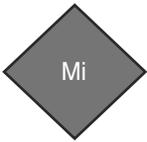
$$AICc(M_i) = AIC(M_i) + \frac{2k(k+1)}{n-k-1}, \quad AICc(M_j) = AIC(M_j) + \frac{2l(l+1)}{n-l-1},$$

где $AIC(M_i) = 2k - 2 \ln L(M_i)$, $L(M_i)$ — максимум функции правдоподобия i -й модели, $AIC(M_j) = 2l - 2 \ln L(M_j)$, $L(M_j)$ — максимум функции правдоподобия j -й модели.

Отметим, что в модели M_1 число параметров равно шести, а в модели M_2 оно равно семи. Соответственно, если $AICc(M_1) > AICc(M_2)$, следует делать выбор в пользу модели M_2 , считая неэффективность в сравниваемых моделях различной, и отвергнуть гипотезу в пользу альтернативы. Иначе, если $AICc(M_1) < AICc(M_2)$, гипотезу $H_{1,2}$ отвергать не следует.

На рисунке 1 приведена общая методическая схема выбора конкретного варианта модели в классе (1) в случае отсутствия информации о показателях эффективности.

В представленной схеме использованы следующие обозначения:

-  — начало работы с использованием массива $E^1 = \{R_p, K_p, L_p, I_i\}_{i=1}^n$;
-  — применение метода расчета оценок в модели M_i ;
-  — в модели удалось получить оценки;
-  — в модели не удалось получить оценки (вследствие специфики состава выборочных данных, проблем неидентифицируемости и т. п.);
-  — применение процедуры проверки гипотезы;
-  — в результате проверки гипотеза не отвергается;
-  — в результате проверки гипотеза отвергается в пользу альтернативы H_i^A ;
-  — выбор модели M_i в качестве результирующей;
-  — вывод о незначимости используемой оценки интеллектуального капитала.

На рисунке 1 представлена процедура, позволяющая сделать обоснованный выбор одной из трех моделей или принять заключение о том, что используемая оценка интеллектуального капитала является незначимой в модели производственного потенциала. Моделирование производственного потенциала компании без учета факторов эффективности (с использованием массива E^1) начинается с построения модели M_2 , а не модели M_0 классической линей-

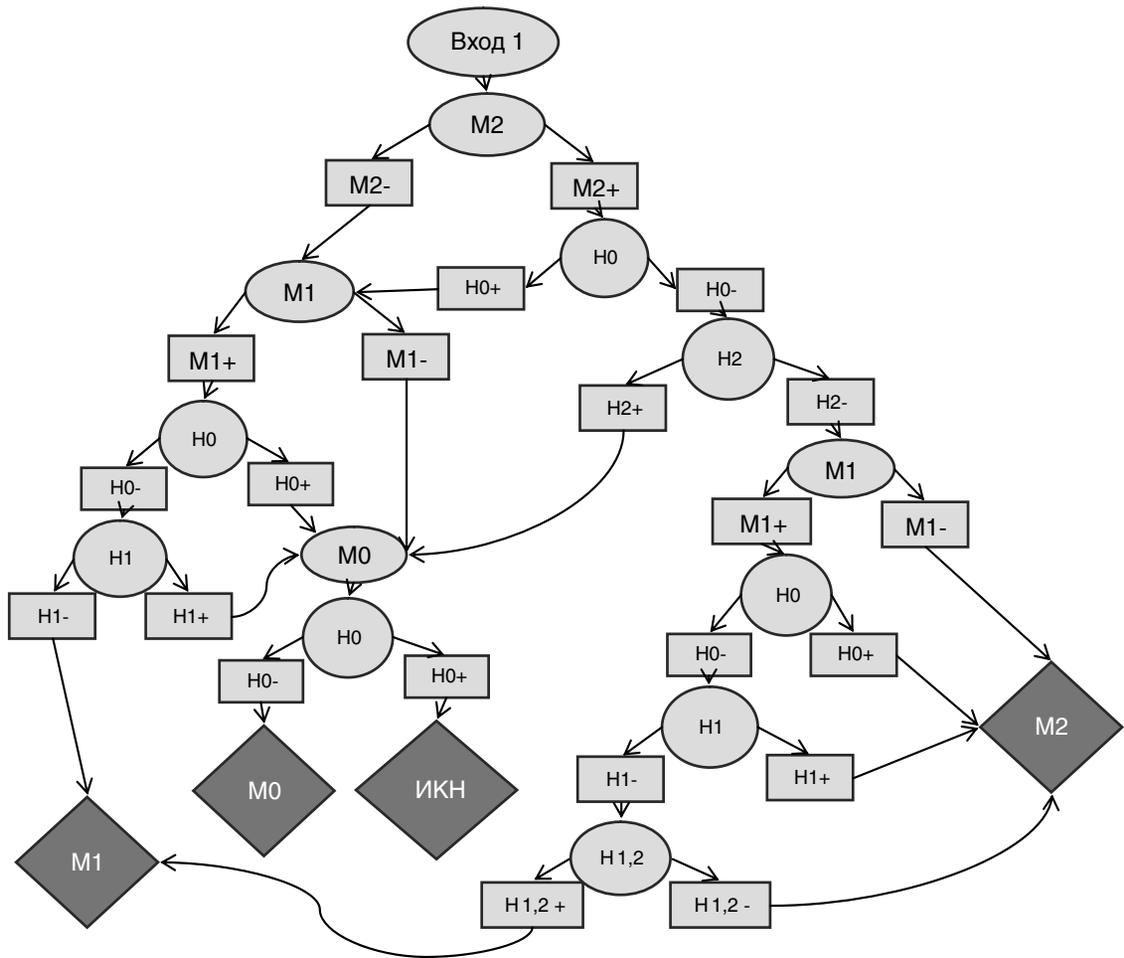


Рис. 1. Общая методическая схема решения задач спецификации модели внутри класса (1) при отсутствии информации о показателях эффективности

ной регрессии. Это связано с тем, что в M_2 имеется возможность использовать наибольшее количество оцениваемых параметров, которые при анализе могут оказаться значимыми. В этом случае удастся оценить эффективность использования основных факторов производства. Если построить модель M_2 невозможно, следует перейти к построению модели M_1 , в которой количество оцениваемых параметров также больше, чем в классической. И только если и данная модель является недоступной для построения, следует перейти к модели M_0 , т. е. к построению классической линейной модели регрессии. Модель M_0 будем рассматривать также в случае, когда при прочих равных условиях дополнительные факторы в моделях M_1 и M_2 (т. е. μ и σ_U^2) являются статистически незначимыми. Если же при построении моделей M_1 и M_2 хотя бы в одной из них удастся выявить наличие неэффективности, «не потеряв» при этом значимость показателя интеллектуального капитала, следует выбирать между ними и не пользоваться классической МЛР.

3. Общая методическая схема спецификации модели анализируемого класса при наличии информации о показателях эффективности

Далее приведем методологию построения модели производственного потенциала в случае, когда имеется возможность получить необходимую информацию о показателях эффективности $z^{(1)}, z^{(2)}, \dots, z^{(p)}$.

Для этой ситуации входной массив данных представим в виде

$$E^2 = \{R_i, K_i, L_i, I_i, z_i^{(1)}, \dots, z_i^{(p)}\}_{i=1}^n,$$

где R_i — объем производства i -й компании, K_i, L_i, I_i — объемы основных факторов производства i -й компании, $z_i^{(1)}, \dots, z_i^{(p)}$ — значения поддающихся измерению переменных, характеризующих эффективность использования основных факторов производства в i -й компании, n — число компаний в выборке.

При таком наборе входных данных, кроме рассмотренных выше моделей M_0, M_1, M_2 , возникает необходимость исследовать также и модели, учитывающие наличие измерений показателей, а именно:

$$M_3 : R = \beta_0 K^{\beta_1} L^{\beta_2} I^{\beta_3} e^{V-U},$$

$$\text{где } V \sim N(0; \sigma_V^2), U \sim N^+(0; \sigma_U^2(z)), \ln \sigma_U^2(z) = \theta_0 + \theta_1 z^{(1)} + \dots + \theta_p z^{(p)};$$

$$M_4 : R = \beta_0 K^{\beta_1} L^{\beta_2} I^{\beta_3} e^{V-U},$$

$$\text{где } V \sim N(0; \sigma_V^2), U \sim N^+(\mu(z); \sigma_U^2), \mu(z) = \delta_0 + \delta_1 z^{(1)} + \dots + \delta_p z^{(p)}.$$

Соответственно, помимо рассмотренных выше гипотез $H_0, H_0^A, H_1, H_1^A, H_2, H_2^A, H_{1,2}, H_{1,2}^A$, при выборе модели необходимо проверять также гипотезы, связанные со статистической значимостью оценок параметров θ_j и δ_e .

В частности, анализируя модель M_3 , необходимо ответить на вопрос, действительно ли показатели эффективности $z^{(1)}, \dots, z^{(p)}$ влияют на величину дисперсии σ_U^2 . С этой целью проверяются гипотезы:

$H_{3.1} : \forall j = 1, \dots, p : \theta_j = 0$ (показатели эффективности в модели M_3 незначимы в совокупности);

$H_{3.1}^A : \exists j = 1, \dots, p : \theta_j \neq 0$ (в модели M_3 существует хотя бы один незначимый фактор эффективности).

Данную гипотезу следует проверять в рамках задачи проверки линейных гипотез в нормальной линейной модели, см., например, (Айвазян, 2010). Вычислим критическую статистику

$$\hat{F} = \frac{(RSS_{H_{3.1}} - RSS_{H_{3.1}^A})/p}{RSS_{H_{3.1}^A}/(n-k)},$$

в которой p — число параметров, участвующих в формулировке гипотезы $H_{3.1}$, $k = (p + 6)$ — общее число параметров в модели M_3 , n — число наблюдений, $RSS_{H_{3.1}} = \sum_{i=1}^n (R_i - \hat{R}_i(H_{3.1}))^2$ — МНК-оценка остаточной суммы квадратов в модели M_3 , полученная в условиях справедли-

ности гипотезы $\mathbf{H}_{3,1}$, $RSS_{\mathbf{H}_{3,1}^A} = \sum_{i=1}^n (R_i - \hat{R}_i(\mathbf{H}_{3,1}^A))^2$ — МНК-оценка остаточной суммы квадратов в модели M_3 , полученная в условиях справедливости гипотезы $\mathbf{H}_{3,1}^A$.

Известно, что статистика \hat{F} имеет распределение Фишера с параметрами p и $(n - k)$.

Таким образом, гипотезу $\mathbf{H}_{3,1}$ следует отвергнуть в пользу альтернативы $\mathbf{H}_{3,1}^A$ при заданном уровне значимости α , если $\hat{F} > F_{1-\alpha}(p, n - k)$, где $F_q(m_1, m_2)$ — это q -квантиль распределения Фишера с числом степеней числителя и знаменателя m_1 и m_2 соответственно. В противном случае принимается гипотеза $\mathbf{H}_{3,1}$.

При формировании апостериорного набора показателей эффективности в модели M_3 проверяют гипотезы вида:

$\mathbf{H}_{3,2}$: $\exists j = 1, \dots, p: \theta_j = 0$ (в модели M_3 существуют незначимые показатели эффективности);

$\mathbf{H}_{3,2}^A$: $\forall j = 1, \dots, p: \theta_j \neq 0$ (в модели M_3 все показатели эффективности значимы).

Для проверки гипотезы $\mathbf{H}_{3,2}$ в отношении каждого из параметров θ_j ($j = 1, \dots, p$) воспользуемся z -статистикой $\hat{z}_j = \hat{\theta}_j / s_{\hat{\theta}_j}$, где $\hat{\theta}_j$ — оценка j -го коэффициента, $s_{\hat{\theta}_j}$ — несмещенная оценка среднего квадратического отклонения.

Каждая из статистик \hat{z}_j имеет (в асимптотике при $n \rightarrow \infty$) распределение хи-квадрат с одной степенью свободы. Следовательно, при заданном уровне значимости α в случае, если $\hat{\theta}_j^2 / s_{\hat{\theta}_j}^2 > \chi_{1-\alpha}^2(1)$, гипотезу $\mathbf{H}_{3,2}$ следует отвергнуть в пользу альтернативной гипотезы $\mathbf{H}_{3,2}^A$, иначе ее отвергать не следует.

При анализе модели M_4 необходимо ответить на вопрос, действительно ли показатели эффективности $z^{(1)}, \dots, z^{(p)}$ хоть как-то влияют на величину среднего μ в распределении $N^+(\mu; \sigma_U^2)$. С этой целью проверяется гипотеза:

$\mathbf{H}_{4,1}$: $\forall j = 1, \dots, p: \delta_j = 0$ (показатели эффективности в модели M_4 незначимы в совокупности)

при альтернативе

$\mathbf{H}_{4,1}^A$: $\exists j = 1, \dots, p: \delta_j \neq 0$ (в модели M_4 существует хотя бы один значимый показатель эффективности).

При проверке данной гипотезы, аналогично проверке гипотезы $\mathbf{H}_{3,1}$, используется статистика

$$\hat{F} = \frac{(RSS_{\mathbf{H}_{4,1}} - RSS_{\mathbf{H}_{4,1}^A}) / p}{RSS_{\mathbf{H}_{4,1}^A} / (n - k)},$$

где p — число параметров в гипотезе $\mathbf{H}_{4,1}$, $k = (p + 7)$ — число параметров в модели M_4 , n — число наблюдений, $RSS_{\mathbf{H}_{4,1}} = \sum_{i=1}^n (R_i - \hat{R}_i(\mathbf{H}_{4,1}))^2$ — МНК-оценка остаточной суммы квадратов в модели M_4 , полученная в условиях справедливости гипотезы $\mathbf{H}_{4,1}$ (т. е. при условии $\delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_p = 0$), $RSS_{\mathbf{H}_{4,1}^A} = \sum_{i=1}^n (R_i - \hat{R}_i(\mathbf{H}_{4,1}^A))^2$ — МНК-оценка остаточной суммы квадратов в модели M_4 , полученная в условиях справедливости альтернативной гипотезы $\mathbf{H}_{4,1}^A$ (т. е. с учетом оценок $\hat{\delta}_0, \hat{\delta}_1, \dots, \hat{\delta}_p$).

Как известно (см., например, (Айвазян, 2010)), данная статистика имеет распределение Фишера с параметрами p и $(n - k)$.

Таким образом, гипотезу $H_{4.1}$ следует отвергнуть в пользу альтернативы $H_{4.1}^A$ при заданном уровне значимости α , если $\hat{F} > F_{1-\alpha}(p, n - k)$, иначе ее отвергать не следует.

При формировании апостериорного набора показателей эффективности в модели M_4 проверяют гипотезы вида:

$H_{4.2}$: $\exists j = 1, \dots, p: \delta_j = 0$ (в модели M_4 существуют незначимые показатели эффективности);

$H_{4.2}^A$: $\forall j = 1, \dots, p: \delta_j \neq 0$ (в модели M_4 все показатели эффективности значимы).

Для проверки этой гипотезы в отношении каждого из параметров δ_j ($j = 1, \dots, p$) воспользуемся z -статистикой, аналогичной используемой при проверке гипотезы $H_{3.2}$: $\hat{z}_j = \hat{\delta}_j / s_{\delta_j}$, где $\hat{\delta}_j$ — оценка j -го коэффициента, а s_{δ_j} — несмещенная оценка его среднеквадратической ошибки.

Каждая из статистик \hat{z}_j имеет распределение хи-квадрат с одной степенью свободы.

При заданном уровне значимости α в случае, если $\hat{\delta}_j^2 / s_{\delta_j}^2 > \chi_{1-\alpha}^2(1)$, гипотезу $H_{4.2}$ следует отвергнуть в пользу альтернативной гипотезы $H_{4.2}^A$, иначе ее отвергать не следует.

При выборе характера и формы зависимости эффективности использования основных факторов производства от показателей $z^{(1)}, \dots, z^{(p)}$ полезно проверить гипотезы вида:

$H_{2.3}$: $\mu \neq 0, \sigma_U^2 = const$ (не следует раскладывать дисперсию компоненты U по показателям эффективности).

В качестве альтернативной гипотезы будем рассматривать:

$H_{2.3}^A$: $\mu = 0, \sigma_U^2 = e^{\theta_0 + \theta_1 z^{(1)} + \dots + \theta_p z^{(p)}}$ (следует раскладывать дисперсию компоненты U по показателям эффективности, полагая математическое ожидание μ нулевым).

Для проверки гипотезы $H_{2.3}$ будем пользоваться, как и для проверки гипотезы $H_{1.2}$, скорректированным критерием Акаике (Hurvich, Tsai, 1989). Соответственно, если n — число наблюдений, p — число факторов эффективности в модели M_3 , то

$$AICc(M_2) = 2 \cdot 7 - 2 \ln L(M_2) + \frac{2 \cdot 7 \cdot 8}{n - k - 1},$$

$$AICc(M_3) = 2(p + 6) - 2 \ln L(M_3) + \frac{2(p + 6)(p + 7)}{n - p - 7},$$

где $L(M_i)$ — максимум функции правдоподобия i -й модели.

В случае, когда $AICc(M_2) > AICc(M_3)$, гипотезу $H_{2.3}$ следует отвергнуть в пользу альтернативной гипотезы $H_{2.3}^A$, иначе ее отвергать не следует.

Наконец, при выборе характера и формы зависимости эффективности использования основных факторов производства от показателей $z^{(1)}, \dots, z^{(p)}$, учитывающих возможность зависимости от этих показателей *обоих* параметров распределения случайной величины U , рекомендуется проверить гипотезу:

$H_{3,4}$: $\mu = 0$, $\sigma_U^2 = e^{\theta_0 + \theta_1 z^{(1)} + \dots + \theta_p z^{(p)}}$ (следует раскладывать по показателям эффективности дисперсию σ_U^2 , а не математическое ожидание μ)

при альтернативе

$H_{3,4}^A$: $\mu = \delta_0 + \delta_1 z^{(1)} + \dots + \delta_p z^{(p)}$, $\sigma_U^2 = const$ (следует раскладывать по показателям эффективности математическое ожидание μ , а не ее дисперсию).

Для проверки гипотезы $H_{3,4}$ также будем пользоваться скорректированным критерием Акаике, как для проверки гипотезы $H_{1,2}$:

$$AICc(M_3) = 2(p + 6) - 2 \ln L(M_3) + \frac{2(p + 6)(p + 7)}{n - p - 7},$$

$$AICc(M_4) = 2(p + 7) - 2 \ln L(M_4) + \frac{2(p + 7)(p + 8)}{n - p - 8},$$

где $L(M_i)$ — максимум функции правдоподобия i -й модели.

Аналогично, в случае, когда $AICc(M_3) > AICc(M_4)$, гипотезу $H_{3,4}$ следует отвергнуть в пользу альтернативной гипотезы $H_{3,4}^A$, иначе ее отвергать не следует.

При построении расширенной общей методической схемы выбора конкретного варианта модели в рамках класса (1), учитывающей наличие информации о показателях эффективности, используются следующие добавления в обозначениях:

- Вход 2 — начало работы с использованием массива $E^2 = \{R_i, K_i, L_i, I_i, z_i^{(1)}, \dots, z_i^{(p)}\}_{i=1}^n$;
- инФ (zi) — исключение i -го незначимого показателя эффективности, имеющего наибольшее p -значение, при проверке гипотез $H_{3,2}$ и $H_{4,2}$;
- икФ (zi) — исключение i -го показателя эффективности, имеющего наибольший по модулю коэффициент корреляции с показателем интеллектуального капитала;
- ПФ — проверка наличия неисключенных показателей эффективности;
- ПФ + — в исследуемой модели есть неисключенные показатели эффективности;
- ПФ - — в исследуемой модели нет неисключенных показателей эффективности.

Как показано на рис. 2, процедура выбора начинается с модели, включающей наибольшее число переменных и дающей больше возможностей для анализа, т. е. с модели M_4 . Соответственно, в случае, когда хотя бы в одной из моделей M_4 и M_3 показатели эффективности являются значимыми, и при этом не нарушены базовые принципы разработанной мето-

Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал

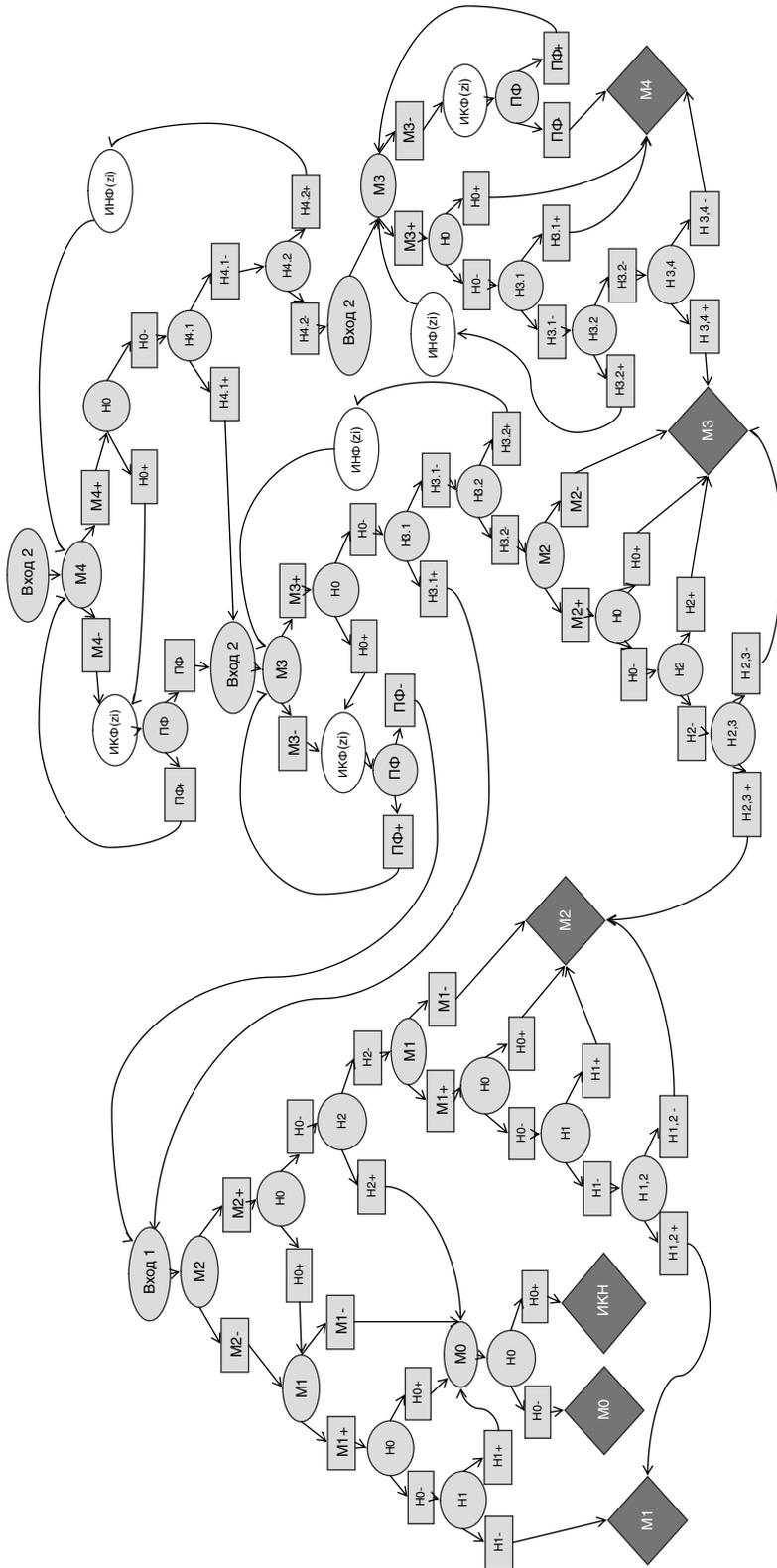


Рис. 2. Общая методическая схема решения задач спецификации модели внутри класса (I) в случае наличия информации о показателях эффективности

дологии, итоговый выбор следует делать в пользу такой модели. Если же в обеих моделях показатели эффективности незначимы в совокупности или незначим хотя бы один из факторов производства, проводимый анализ сводится к построению модели производственного потенциала для рассмотренного выше случая, когда отсутствует необходимая информация о показателях эффективности.

Расширенная общая схема выбора модели в случае наличия необходимой информации о показателях эффективности представлена на рис. 2.

4. Эмпирический анализ моделей производственного потенциала некоторых американских и российских компаний

4.1. Информационное обеспечение исследования

Введем следующие обозначения:

TA — стоимость всех активов;

IA — стоимость нематериальных активов;

P — рыночная стоимость компании, $P = (\text{стоимость одной акции}) \times (\text{количество выпущенных акций})$;

B — балансовая стоимость компании;

$$P/B = \frac{\text{текущая рыночная стоимость}}{\text{балансовая стоимость}};$$

W — заработная плата, выплаченная сотрудникам компании;

GP — валовая прибыль компании;

ROA — коэффициент отдачи от активов компании.

При построении моделей производственного потенциала компании в качестве показателя объема затрат K физического и финансового капиталов будем рассматривать $K = TA - IA$. Это позволит снизить возможную высокую коррелированность объясняющих переменных модели.

В качестве показателя объема затрат труда будем рассматривать величину L , равную числу сотрудников компании в исследуемый период времени.

В качестве показателя объема производства компании R будем рассматривать величину годового дохода компании (для американских компаний будем брать статью Sales в балансовом отчете).

Проанализируем правомерность использования каждого из трех упомянутых во введении способов измерения ИК и СК.

Величина разности между рыночной стоимостью компании и балансовой стоимостью ее материальных активов (способ 1) отличается от понятия «гудвилл» на величину нематериальных активов. Согласно международным стандартам финансовой отчетности (МСФО 3.51, 52) «гудвилл» представляет собой будущие экономические выгоды, связанные с активами, не поддающимися индивидуальной идентификации, и рассчитывается как разница между рыночной стоимостью компании и балансовой стоимостью всех активов компании. Такое понятие «гудвилла» не учитывает всех аспектов понятия интеллектуального капитала. Поэтому в качестве интегральной оценки интеллектуального капитала предлагается использовать

величину разности между рыночной стоимостью компании и балансовой стоимостью ее материальных активов.

Сделаем необходимые комментарии по поводу *способа 2*, в соответствии с которым в качестве оценки интеллектуального капитала предлагается использовать величину разности между рыночной стоимостью компании и оценочной стоимостью компании, основанной на коэффициенте отдачи от активов.

В графе «эффективность управления» существует показатель отдачи активов в процентах (Return on Assets). Кроме того, в тех компаниях, где он не указан, его можно вычислить, используя соотношение

$$ROA = \frac{\text{Earnings from Continuing Operations}}{\text{Average Total Equity}}.$$

Оценим интеллектуальный капитал на основании этого показателя. При его реальном подсчете учитываются все активы компании, включая нематериальные, а также стоимость акций компании. Если бы в компании не было нематериальных активов, то в качестве оценки \hat{P} ее рыночной стоимости можно было бы рассмотреть:

$$\hat{P} = \left(1 + \frac{ROA\%}{100\%}\right) K.$$

Таким образом, если в компании есть нематериальные активы, связанные с интеллектуальным капиталом, и ее реальная рыночная стоимость равна P , в качестве оценки интеллектуального капитала можно предложить $I = P - \hat{P}$, т. е. величину разности между рыночной стоимостью компании и оценочной стоимостью компании, основанной на коэффициенте отдачи от активов.

Наконец, о *способе 3*, в соответствии с которым в качестве оценки структурного капитала предлагается использовать величину нематериальных активов компании.

Согласно международным стандартам финансовой отчетности (МСФО 38.8) нематериальный актив — это идентифицируемый немонетарный ресурс, контролируемый компанией с целью получения экономической выгоды и не имеющий физической формы. Если он является частью физического актива, в балансовом отчете отражается тот из аспектов актива — материальный или нематериальный — который наиболее значим.

Таким образом, все понятия, входящие в структурный капитал компании, можно отнести к нематериальным активам. Исходя из этого, делается вывод о возможной справедливости такого способа измерения структурного капитала, и он рассматривается для последующей проверки с помощью соответствующих статистических процедур.

Проверка гипотез будет осуществляться в соответствии с представленной выше методикой обоснования спецификации модели производственного потенциала. При этом будет использована информация о двух показателях эффективности.

В качестве *первого показателя эффективности*, характеризующего производительность человеческого капитала, будем рассматривать отношение валовой прибыли компании к фонду заработной платы $z^{(1)} = \frac{GP}{W}$, т. е. количество единиц прибыли, которое приносят сотрудники компании на единицу выплаченной им заработной платы.

В качестве второго показателя эффективности, характеризующего производительность структурного капитала, будем рассматривать показатель ROA : $z^{(2)} = ROA$.

4.2. Анализ производственного потенциала американских компаний отрасли «Biotechnology and Drugs»

Анализ проводился по данным 32 американских компаний, работающих в отрасли «Biotechnology and Drugs». Эти данные за 2009 год получены с сайта www.finance.yahoo.com (они представлены в Приложении 1.1). Все вычисления производились с помощью статистического пакета Stata 10.0. Для дальнейшего анализа ниже приведена корреляционная матрица логарифмов используемых показателей.

Таблица 1. Корреляционная матрица логарифмов анализируемых показателей

	$\ln R$	$\ln L$	$\ln K$	$\ln I(1)^3$	$\ln I(2)$	$\ln IA$	$z^{(1)}$	$z^{(2)}$
$\ln R$	1							
$\ln L$	0.9162	1						
$\ln K$	0.9877	0.9019	1					
$\ln I(1)$	0.9168	0.7804	0.9169	1				
$\ln I(2)$	0.8165	0.6773	0.8049	0.9487	1			
$\ln IA$	0.9054	0.7820	0.9177	0.8404	0.7129	1		
$z^{(1)}$	0.2653	-0.0858	0.2516	0.3946	0.3736	0.3463	1	
$z^{(2)}$	0.1437	-0.1101	0.0538	0.2556	0.3611	0.0124	0.5558	1

Все показатели положительно коррелированы с показателем «дохода», что позволяет использовать их для дальнейшего анализа.

Анализ способа 1. В качестве оценки интеллектуального капитала рассматривается величина:

$$I = P - \frac{P}{P/B} + IA.$$

Будем брать именно такую оценку, т. к. на указанном выше сайте приведены текущая рыночная капитализация и текущий коэффициент P/B , а данные для расчета балансовой стоимости — за последний отчетный период компании.

Согласно схеме, описывающей методику построения стохастической модели производственного потенциала в случае наличия информации о показателях эффективности (см. рис. 2), анализ моделей следует начинать с M_4 .

Подробные протоколы приведены в Приложении 1.2. Здесь же укажем лишь цепочку рассуждений:

$$\left\{ \begin{array}{l} E^2; M_4; M_4^-; ИКФ(z^1); ПФ; ПФ^+; M_4; M_4^+; H_0; H_0^+; ИКФ(z^2); ПФ; ПФ^-; E^2; M_3; M_3^+; H_0; H_0^+; \\ ИКФ(z^1); ПФ; ПФ^+; M_3; M_3^+; H_0; H_0^+; E^1; M_2; M_2^+; H_0; H_0^-; H_2; H_2^+; M_0; H_0; H_0^-; \\ \hat{M}_0 \end{array} \right\}.$$

³ $\ln I(1)$ и $\ln I(2)$ обозначают логарифмы оценок показателей интеллектуального капитала, рассчитанные с помощью первого и второго способов соответственно.

Таким образом, следуя предложенной схеме рассуждений, можно сделать вывод о том, что при анализе данного способа в указанной отрасли наиболее целесообразно использовать модель M_0 .

При этом получена следующая модель производственного потенциала:

$$R = e^{-0.30} K^{0.71} L^{0.17} I^{0.10} e^V.$$

Результат выбора спецификации указывает на отсутствие неэффективности для данной выборки компаний. Поэтому модель производственного потенциала совпадает с классической моделью стохастической границы.

Рассматриваемая оценка интеллектуального капитала является значимой при уровне значимости 0.1, из чего можно сделать вывод, что ее использование для данной выборки компаний возможно. При этом все компании эффективно используют основные факторы производства, включая интеллектуальный капитал.

Анализ способа 2. В этом случае оценка интеллектуального капитала рассчитывается с помощью соотношения $I = P - \hat{P}$, где $\hat{P} = \left(1 + \frac{ROA\%}{100\%}\right) K$.

Аналогично предыдущей процедуре, выбор модели будем начинать с рассмотрения M_4 . Подробные протоколы приведены в Приложении 1.3. Цепочка выбора модели:

$$\left\{ \begin{array}{l} E^2; M_4; M_4^-; ИКФ(z^1); ПФ; ПФ^+; M_4; M_4^-; ИКФ(z^2); ПФ; ПФ^-; E^2; M_3; M_3^+; H_0; H_0^+; ИКФ(z^1); \\ ПФ; ПФ^+; M_3; M_3^+; H_0; H_0^+; ИКФ(z^2); ПФ; ПФ^-; E^1; M_2; M_2^+; H_0; H_0^-; H_2; H_2^+; M_0; H_0; H_0^-; \\ \hat{M}_0 \end{array} \right\}.$$

Следуя указанной цепочке рассуждений, приходим к заключению о предпочтительности использования модели M_0 . Кроме того, важно отметить, что при уровне значимости 0.1 присутствует влияние рассматриваемой оценки интеллектуального капитала.

Таким образом, можно сделать вывод, что не следует отвергать возможность измерения ИК с помощью способа 2 для данной выборки компаний.

Модель производственного потенциала также совпадает с классической моделью стохастической границы:

$$R = e^{-0.44} K^{0.76} L^{0.16} I^{0.08} e^V.$$

Следовательно, для данной выборки также можно полагать, что все компании эффективно используют основные факторы производства, включая интеллектуальный капитал.

Анализ способа 3. В этом случае в качестве оценки интеллектуального капитала рассматривается структурный капитал, который оценивается величиной нематериальных активов $I = IA$.

Подробные протоколы приведены в Приложении 1.4.

Цепочка рассуждений выглядит следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} E^2; M_4; M_4^-; ИКФ(z^1); ПФ; ПФ^+; M_4; M_4^-; ИКФ(z^2); ПФ; ПФ^-; E^2; M_3; M_3^+; H_0; H_0^-; H_{3.1}; H_{3.1}^-; H_{3.2}; H_{3.2}^+; \\ ИКФ(z^1); ПФ; ПФ^+; M_3; M_3^+; H_0; H_0^-; H_{3.1}; H_{3.1}^-; H_{3.2}; H_{3.2}^-; E^1; M_2; M_2^-; \\ \hat{M}_3 \end{array} \right\}$$

Основываясь на данной цепочке рассуждений, можно сделать вывод о целесообразности использования модели M_3 при анализе данного способа. При этом получены следующие оценки модели производственного потенциала:

$$R = e^{0.23} K^{0.69} L^{0.20} I^{0.08} e^{V-U},$$

где $V \sim N(0; 0.012)$, $U \sim N^+(0; \sigma_U^2(z))$, $\ln \sigma_U^2(z) = -0.18 - 0.37z^{(2)}$.

Соответствующая модель стохастической границы:

$$R = e^{0.23} K^{0.69} L^{0.20} I^{0.08} e^V, \text{ где } V \sim N(0; 0.012).$$

Рассматриваемая оценка интеллектуального капитала является значимой, из чего можно сделать вывод о возможности ее использования для данной выборки компаний.

Заметим, что в работе (Айвазян, Афанасьев, 2011) при проверке способа 1 для американских компаний, работающих в отрасли «Biotechnology and Drugs», влияние показателей интеллектуального капитала оказалось незначимым, что отличается от полученных здесь результатов. Это различие, по-видимому, вызвано эффектом мультиколлинеарности показателей, характеризующих факторы производства в (Айвазян, Афанасьев, 2011), которого в данной работе удалось, по крайней мере частично, избежать. В результате можно сделать вывод, что способ 1 отвергать не следует.

В (Айвазян, Афанасьев, 2011) также был проверен способ 3 и сделан вывод о возможности использования в качестве оценки интеллектуального капитала величины нематериальных активов. В данной статье для рассматриваемой выборки сделан аналогичный вывод. Однако в работе (Айвазян, Афанасьев, 2011) авторы не опирались на приведенную выше методологию спецификации модели производственного потенциала, в связи с чем в качестве итоговой была выбрана другая модель.

4.3. Анализ производственного потенциала российских компаний отраслей «Производство основной фармацевтической продукции» и «Разработка программного обеспечения»

Одной из проблем, возникающих при проверке различных способов измерения ИК для российских компаний, работающих в большинстве сфер производственной деятельности, является отсутствие информации об их рыночной стоимости. Получить оценки интеллектуального капитала, основанные на показателе рыночной стоимости, как правило, не удается. Поэтому первые два из трех представленных выше способов для российских компаний проверить не представляется возможным. Адекватной оценкой интеллектуального капитала является показатель объема нематериальных активов. Поэтому проводилась проверка лишь способа 3. Для необходимых вычислений использовался статистический пакет Stata 10.0.

Для проверки способа 3 в отрасли «Производство основной фармацевтической продукции» с помощью базы данных СПАРК (www.spark.interfax.ru) были собраны данные по 36 компаниям, которые приведены в Приложении 2.1. Корреляционная матрица логарифмов показателя величины дохода, объемов факторов производства и показателей эффективности представлена в табл. 2.

Таблица 2. Корреляционная матрица логарифмов анализируемых показателей

	ln R	ln L	ln K	ln LA	z ⁽¹⁾	z ⁽²⁾
ln R	1					
ln L	0.7761	1				
ln K	0.8902	0.6685	1			
ln LA	0.3881	0.2439	0.4642	1		
z ⁽¹⁾	0.2834	0.0866	0.2281	0.2262	1	
z ⁽²⁾	0.3466	0.1446	0.1789	0.1014	0.5421	1

Все показатели положительно коррелированы с показателем дохода, что позволяет использовать их для спецификации модели производственного потенциала.

Процедура спецификации при уровне значимости 0.1 выглядит следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} E^2; M_4; M_4^-; ИКФ(z^1); ПФ; ПФ^+; M_4; M_4^+; H_0; H_0^+; ИКФ(z^2); ПФ; ПФ^-; E^2; M_3; M_3^+; H_0; H_0^+; ИКФ(z^1); \\ ПФ; ПФ^+; M_3; M_3^+; H_0; H_0^+; ИКФ(z^2); ПФ; ПФ^-; E^1; M_2; M_2^+; H_0; H_0^+; M_1; M_1^+; H_0; H_0^+; M_0; H_0^+; H_0^+; \end{array} \right\}.$$

$\widehat{ИКН}$

Протоколы расчетов приведены в Приложении 2.3.

Нематериальные активы являются незначимой оценкой интеллектуального капитала при уровне значимости 0.1, из чего можно сделать вывод, что способ 3 следует отвергнуть для данной выборки российских компаний. Аналогичный результат проверки этой гипотезы в российской фармацевтической отрасли был получен в работе (Айвазян, Афанасьев, 2011).

Для проверки способа 3 в отрасли «Разработка программного обеспечения» с помощью базы данных СПАРК (www.spark.interfax.ru) были собраны данные по 32 компаниям, основной деятельностью которых является именно разработка, а не реклама и внедрение новых продуктов.

Корреляционная матрица логарифмов анализируемых показателей представлена в табл. 3.

Все показатели положительно коррелированы с показателем дохода, что позволяет использовать их для спецификации модели производственного потенциала.

Цепочка рассуждений:

$$\left\{ \begin{array}{l} E^2; M_4; M_4^+; H_0; H_0^-; H_{4,1}; H_{4,1}^-; H_{4,2}; H_{4,2}^+; ИКФ(z^2); ПФ; ПФ^+; M_4; M_4^+; H_0; H_0^-; H_{4,1}; H_{4,1}^-; \\ H_{4,2}; H_{4,2}^-; E^2; M_3; M_3^+; H_0; H_0^-; H_{3,1}; H_{3,1}^+; \end{array} \right\}.$$

\widehat{M}_4

Протоколы расчетов приведены в Приложении 2.4.

Модель производственного потенциала при уровне значимости 0.1 выглядит следующим образом:

$$R = e^{3.22} K^{0.56} L^{0.35} I^{0.10} e^{V-U},$$

где $V \sim N(0; 0.145)$, $U \sim N^+(\mu(z); 0.006)$, $\mu(z) = 0.385 - 0.444z^{(1)}$.

Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал

Таблица 3. Корреляционная матрица логарифмов анализируемых показателей

	ln R	ln L	ln K	ln LA	$z^{(1)}$	$z^{(2)}$
ln R	1					
ln L	0.8973	1				
ln K	0.9226	0.8720	1			
ln LA	0.4083	0.3711	0.2973	1		
$z^{(1)}$	0.4078	0.1762	0.2641	-0.0116	1	
$z^{(2)}$	0.2516	0.2321	0.0442	0.1185	0.5290	1

Соответствующая стохастическая граничная функция имеет вид:

$$R = e^{3.22} K^{0.56} L^{0.35} I^{0.10} e^V, \text{ где } V \sim N(0; 0.145).$$

Для данной отрасли наблюдается значимое влияние на доход компании оценки интеллектуального капитала и одного из факторов эффективности, из чего можно сделать вывод, что способ 3 не следует отвергать для данной выборки компаний.

В процессе спецификации модели производственного потенциала для данной выборки компаний были построены две модели: M_3 и M_4 , включающие показатель эффективности $z^{(1)}$. В Приложении 2.5 приведены значения оценок технической эффективности⁴, рассчитанные для каждой модели, а также их ранги. Несмотря на высокий коэффициент ранговой корреляции Спирмена, оценки технической эффективности по моделям M_3 и M_4 для некоторых компаний значительно отличаются. Например, компания ОАО «АТС» является 24-й из 32-х компаний по значению оценки технической эффективности, полученной по модели M_3 . Из этого можно сделать вывод об относительно низкой эффективности использования основных факторов. Однако по оценкам, полученным по модели M_4 , она занимает 15-е место из 32-х, и в этом случае вывод о низкой эффективности производства для этой компании не обоснован. Для компании ЗАО «КВЦ» ранги оценок технической эффективности по моделям M_3 и M_4 равны 13 и 23 соответственно. Так как величина технической эффективности влияет на инвестиционную привлекательность компании, необходим обоснованный выбор спецификации модели производственного потенциала в случае сравнительной оценки деятельности компаний. В ряде других случаев, таких как описание динамики эффективности деятельности компании, выбор модели не является таким критичным, но, тем не менее, должен быть аргументированным.

5. Выводы

1. Трехфакторная модель производственного потенциала является адекватным инструментом исследования влияния интеллектуального капитала на объем производства компании.

⁴ Под термином «техническая эффективность i -й компании» понимается случайная величина $TE_i = e^{-u_i}$ (Куй, von Oppen, 1999).

2. Предложенная методология спецификации позволяет сделать обоснованный выбор трехфакторной модели производственного потенциала и получить оценки эффективности использования основных факторов производства как при наличии информации о факторах эффективности, так и в случае ее отсутствия.

3. Показано, что для американских компаний, работающих в отрасли «Biotechnology and Drugs», оценкой интеллектуального капитала может служить величина разности между рыночной стоимостью компании и оценочной стоимостью, основанной на коэффициенте отдачи от активов. Другой значимой оценкой является величина разности между рыночной стоимостью компании и балансовой стоимостью материальных активов. По результатам проведенных исследований оказалось, что уровень значимости первой оценки выше. Величина нематериальных активов также является значимой оценкой интеллектуального капитала для выборки американских компаний, работающих в отрасли «Biotechnology and Drugs». При этом ее уровень значимости выше, чем у других рассматриваемых оценок, а в качестве оценки фактора эффективности интеллектуального капитала для этих компаний может быть использована величина показателя *ROA*.

4. Величина нематериальных активов не является значимой оценкой интеллектуального капитала для данной выборки российских компаний, работающих в отрасли «Производство основной фармацевтической продукции».

5. Величина нематериальных активов является значимой оценкой интеллектуального капитала для российских компаний, работающих в отрасли «Разработка программного обеспечения». В качестве оценки фактора эффективности интеллектуального капитала для этих компаний может быть использовано отношение валовой прибыли к фонду заработной платы.

6. Необоснованная спецификация модели производственного потенциала может привести к ошибочным результатам и выводам при решении ряда задач, связанных с использованием оценок технической эффективности производства.

Список литературы

- Айвазян С. А. (2010). *Методы эконометрики*. М.: Магистр.
- Айвазян С. А., Афанасьев М. Ю. (2011). Моделирование производственного потенциала компании с учетом ее интеллектуального капитала. *Препринт* WP/2011/281. М.: ЦЭМИ РАН.
- Каплан Р. С., Нортон Д. П. (2005). *Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию*. М.: Олимп-Бизнес.
- Макаров В. Л. (2003). Экономика знаний: уроки для России (Доклад на научной сессии общего собрания РАН 19.XII.2002). *Вестник Российской академии наук*, 73 (5), 450–456. <http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/VRAN/SESSION/VRAN5.HTM>.
- Boldrin M., Levine D. (2002). The case against intellectual property. Centre for Economic Policy Research, *Discussion Paper Series*, 3273.
- Coelli T. J. (1995). Estimators and hypothesis tests for a stochastic frontier function: A Monte Carlo analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 6, 247–268.
- Drucker P. (1993). *Post-capitalist society*. New York: Harper Business.
- Edvinsson L., Malone M. (1997). *Intellectual capital: Realizing your company's true value by finding its hidden brainpower*. N. Y.: Harper Business.

Gutierrez R. G., Carter S., Drukker D. (2001). On boundary-value likelihood-ratio tests. *Stata Technical Bulletin*, 10 (60), 15–18.

Hurvich C. M., Tsai C.-L. (1989). Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika*, 76, 297–307.

Kyi T., von Oppen M. (1999). Stochastic frontier production function and technical efficiency estimation: A case study on irrigated rice in Myanmar. *Proceedings of Deutscher Tropentag*, 1–20. Berlin: University of Berlin.

Machlup F. (1962). *The production and distribution of knowledge in the United States*. Princeton: Princeton University Press.

Pagan A. R., Hall A. D. (1983). Diagnostic test as residual analysis. *Econometrics Reviews*, 2, 159–218.

Quah D. T. (1997). The weightless economy: Weight of evidence. *London School of Economics: Centre for Economic Performance CentrePiece*, 2 (2), 25–26.

Romer P. (1989). What determines the rate of growth and technological change? *World Bank Working Papers*, WPS 279.

Self S. G., Liang K.-Y. (1987). Asymptotic properties of maximum likelihood estimators and likelihood ratio tests under nonstandard conditions. *Journal of the American Statistical Association*, 82, 605–610.

Приложение 1.1

Таблица П1.1. Данные для расчетов в отрасли «Biotechnology and Drugs»

Компания	R (млн долл. США)	P (млн долл. США)	L (тыс. чел.)	K (млн долл. США)	IA (млн долл. США)	P/B	W (млн долл. США)	z ⁽¹⁾	z ⁽²⁾
Alexion Pharmaceuticals, Inc. (ALXN)	456	5 080	673	863	26	6.41	17	20.06	10.73
Abbott Laboratories (ABT)	33 080	79 450	83 000	43 115	10 266	3.81	1 117	15.72	8.66
Baxter International Inc. (BAX)	12 740	27 630	49 700	16 644	522	4.31	494	13.21	9.23
Allergan Inc. (AGN)	4 770	19 470	8300	6 427	1 360	3.83	164	22.88	9.86
Acl Medical Solutions Inc. (ACL)	6 940	47 880	15 700	8 431	255	7.94	333	14.67	16.49
Johnson & Johnson (JNJ)	62 500	163 970	115 500	76 642	16 799	3.1	1 671	26.00	12.98
Amgen Inc. (AMGN)	15 020	51 440	17 000	38 379	2 421	2.3	751	16.71	8.52
Novartis AG (NVS)	48 680	115 720	102 000	85 174	10 331	2.07	1 695	19.42	7.32
Biogen Idec Inc. (BIIB)	4 570	13 510	4750	5 679	1 715	2.61	123	32.48	11.84
Bristol-Myers Squibb Company (BMY)	19 400	45 070	28 000	29 122	2 763	2.88	659	20.74	14.25
Celgene Corporation (CELG)	3 100	25 290	2 813	5 372	806	5.17	92	26.88	15.35

Окончание табл. III.1

Компания	R (млн долл. США)	P (млн долл. США)	L (тыс. чел.)	K (млн долл. США)	IA (млн долл. США)	P/B	W (млн долл. США)	$z^{(1)}$	$z^{(2)}$
Cephalon (CEPH)	2 450	4 640	3 026	3 335	1 210	2.07	63	28.46	10.65
GlaxoSmithKline plc (GSK)	44 870	102 850	99 913	56 002	13 214	7.61	1 721	19.69	13.52
Charles River Laboratories International, Inc. (CRL)	1 180	1 950	8 000	2 012	144	1.39	45	9.53	4.3
PPD Healthcare Group, Inc. (PPDI)	1 410	2 970	10 500	1 823	22	2.48	106	6.46	4.92
Edwards Lifesciences Corp. (EW)	1 380	6 740	6 400	1 567	74	5.97	88	10.48	10.51
Hospira Inc. (HSP)	3 980	9 950	13 500	5 993	620	3.17	176	8.27	6.55
St. Jude Medical Inc. (STJ)	4 940	11 950	14 000	6 502	424	3.09	278	12.33	11.5
Forest Laboratories Inc. (FRX)	4 220	8 540	5 200	5 486	460	1.89	101	21.13	15.05
Eli Lilly & Co. (LLY)	22 730	39 260	40 360	23 687	4 036	3.82	894	19.67	16.89
Pfizer Inc. (PFE)	62 240	137 440	112 100	128 840	62 231	1.58	2 242	18.34	3.11
Merck & Co. Inc. (MRK)	33 470	111 950	100 000	62 889	43 281	1.93	1 796	10.20	7.93
Novartis AG (NVS)	48 680	125 270	102 000	85 174	10 331	2.23	1 695	19.42	7.32
Genzyme Corporation (GENZ)	4 290	17 960	12 000	7 800	1 963	2.79	213	14.69	1.4
Gilead Sciences Inc. (GILD)	7 850	28 870	3 852	9 002	1 494	4.51	132	41.02	24.34
Life Technologies Corporation (LIFE)	3 460	8 700	9 000	6 669	1 969	1.96	112	16.29	4.89
Affymetrix Inc. (AFFX)	318	344	1 000	539	43	1.16	22	8.00	-0.59
Agilent Technologies Inc. (A)	5 040	10 180	16 800	8 587	513	3.57	336	6.82	5.29
Teradyne Inc. (TER)	1 310	1 810	2 900	1 312	137	1.9	55	5.65	17.09
Thermo Fisher Scientific, Inc. (TMO)	10 690	18 820	35 400	15 228	6 052	1.22	286	14.07	3.91
Beckman Coulter Inc. (BEC)	3 600	3 180	11 800	4 115	533	1.63	162	9.27	6.18
Becton, Dickinson and Company (BDX)	7 540	16 650	29 116	8 252	779	3.21	459	8.20	11.07

Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал

Приложение 1.2

Проверка способа 1 в отрасли «Biotechnology and Drugs».

Построить модель M_4 с двумя показателями эффективности не удалось. Исключаем показатель эффективности, имеющий наибольший коэффициент корреляции с показателем $\ln I$ интеллектуального капитала, т.е. $z^{(1)}$. Результаты оценки модели M_4 с единственным показателем эффективности представлены в столбце 1 табл. П1.2.

Таблица П1.2. Результаты оценок моделей при проверке способа 1 в отрасли «Biotechnology and Drugs»

	1	2	3	4	5
	M_4 с п.э. $z^{(2)}$	M_3 с двумя п.э.	Модель M_3 с п.э. $z^{(2)}$	M_2	M_0
<i>Уравнение для факторов производства</i>					
$\ln L$	0.238*** (0.036)	0.173*** (0.068)	0.163*** (0.056)	0.166*** (0.062)	0.166*** (0.062)
$\ln K$	0.784*** (0.053)	0.801*** (0.113)	0.814*** (0.100)	0.713*** (0.096)	0.713*** (0.096)
$\ln I$	-0.033 (0.035)	0.004 (0.065)	0.002 (0.063)	0.101* (0.057)	0.101* (0.057)
<i>const</i>	0.207* (0.128)	-0.082 (0.240)	-0.080 (0.239)	-0.298 (0.254)	-0.298 (0.254)
<i>Уравнение для показателей эффективности</i>					
$z^{(1)}$	—	-0.022 (0.088)	—	—	—
$z^{(2)}$	-0.038*** (0.035)	-0.315*** (0.126)	-0.323*** (0.122)	—	—
θ_0 (в M_3) или δ_0 (в M_4)	0.925*** (0.083)	-0.370 (1.261)	-0.546 (1.045)	—	—
Кол-во наблюдений	32	32	32	32	32
Логарифм функции правдоподобия	26.06	12.66	12.63	7.76	7.76

Примечание. п.э. — показатель эффективности. В скобках указаны стандартные ошибки; *, **, *** — значимость оценок коэффициентов на 10, 5 и 1%-ном уровне соответственно.

Поскольку гипотеза H_0 о незначимости интеллектуального капитала не отвергается, исключаем оставшийся показатель эффективности $z^{(2)}$, и т.к. показателей эффективности не осталось, переходим к оценке модели M_3 с исходным массивом данных E^2 .

Результаты оценки модели M_3 в отрасли «Biotechnology and Drugs» представлены в столбце 2 табл. П1.2. Согласно расширенной схеме выбора модели (см. рис. 2) проверяем гипотезу H_0 . Она не отвергается, поэтому исключаем показатель эффективности $z^{(1)}$. Результаты оценки модели M_3 с единственным показателем эффективности $z^{(2)}$ представлены в столбце 3 табл. П1.2.

Согласно расширенной схеме выбора (см. рис. 2), снова проверяем гипотезу. Она не отвергается, поэтому исключаем оставшийся показатель эффективности $z^{(2)}$, а поскольку показателей эффективности не осталось, переходим к оценке модели M_2 с исходным массивом данных E^1 . В столбце 4 табл. П1.2 приведены результаты оценки модели M_2 .

Следуя далее схеме выбора модели, проверяем гипотезу H_0 о незначимости интеллектуального капитала в модели M_2 . Она отвергается при уровне значимости 0.1. При проверке гипотезы H_2 об отсутствии неэффективности в модели M_2 было получено значение статистики $z = 0.324$ с соответствующим p -значением 0.627. Таким образом, гипотеза H_2 не отвергается, поэтому переходим к построению модели M_0 , результаты оценки которой можно видеть в столбце 5 табл. П1.2.

Гипотеза H_0 в модели M_0 также отвергается при уровне значимости 0.1. Полученная модель:

$$R = e^{-0.30} K^{0.71} L^{0.17} I^{0.10} e^V.$$

Приложение 1.3

Проверка способа 2 в отрасли «Biotechnology and Drugs».

Не удалось получить оценки модели M_4 с двумя показателями эффективности в связи с заикливанием процесса максимизации функции правдоподобия модели. Исключаем показатель эффективности $z^{(1)}$. Однако при этом также не удалось получить оценки по модели M_4 .

Переходим к построению модели M_3 . Полученные результаты представлены в столбце 1 табл. П1.3.

Таблица П1.3. Результаты оценок моделей при проверке способа 2 в отрасли «Biotechnology and Drugs»

	1	2	3	4
	Модель			
	M_3 с двумя п. э.	M_3 с п.э. $z^{(2)}$	M_2	M_0
<i>Уравнение для факторов производства</i>				
$\ln L$	0.177*** (0.065)	0.166*** (0.055)	0.159*** (0.057)	0.158*** (0.061)
$\ln K$	0.790*** (0.090)	0.804*** (0.077)	0.761*** (0.069)	0.761*** (0.074)
$\ln I$	0.017 (0.056)	0.014 (0.056)	0.080** (0.040)	0.080* (0.043)
$const$	-0.144 (0.318)	-0.133 (0.319)	-0.441 (0.639)	-0.443 (0.269)
<i>Уравнение для показателей эффективности</i>				
$z^{(1)}$	-0.026 (0.089)	–	–	–
$z^{(2)}$	-0.306** (0.129)	-0.316*** (0.125)	–	–

Окончание табл. П1.3

	1	2	3	4
	Модель			
	M_3 с двумя п. э.	M_3 с п.э. $z^{(2)}$	M_2	M_0
θ_0 (в M_3) или δ_0 (в M_4)	-0.450 (1.285)	-0.657 (1.083)	-	-
Количество наблюдений	32	32	32	32
Логарифм функции правдоподобия	12.703	12.660	7.973	7.973

Примечание. п.э. — показатель эффективности. В скобках указаны стандартные ошибки; *, **, *** — значимость оценок коэффициентов на 10, 5 и 1%-ном уровне соответственно.

Гипотеза о незначимости интеллектуального капитала в модели M_3 с двумя показателями эффективности не отвергается, поэтому исключаем показатель эффективности $z^{(1)}$ и строим модель M_3 с единственным показателем эффективности $z^{(2)}$. Соответствующие результаты можно видеть в столбце 2 табл. П1.3.

Согласно расширенной схеме выбора модели (см. рис. 2), проверяем гипотезу H_0 в модели M_3 с единственным показателем эффективности $z^{(2)}$. Она не отвергается. Исключаем показатель эффективности $z^{(2)}$ и переходим к построению модели M_2 , результаты оценки которой приведены в столбце 3 табл. П1.3.

Гипотеза H_0 о незначимости интеллектуального капитала в модели M_2 отвергается при уровне значимости 0.1. При проверке гипотезы H_2 об отсутствии неэффективности в модели M_2 было получено значение статистики $z = 0.071$ с p -значением 0.528. Следовательно, гипотеза H_2 об отсутствии неэффективности не отвергается.

Таким образом, следует перейти к построению модели M_0 , результаты оценки которой приведены в столбце 4 табл. П1.3.

Гипотеза H_0 в модели M_0 отвергается. В итоге получаем следующую модель M_0 :

$$R = e^{-0.44} K^{0.76} L^{0.16} I^{0.08} e^V.$$

Приложение 1.4

Проверка способа 3 в отрасли «Biotechnology and Drugs».

Оценки модели M_4 с двумя показателями эффективности получить не удалось. Также не удалось получить оценки данной модели после исключения показателя эффективности $z^{(1)}$.

При построении модели M_3 с двумя показателями эффективности получены результаты, приведенные в столбце 1 табл. П1.4.

Таблица П1.4. Результаты оценок моделей при проверке способа 3 в отрасли «Biotechnology and Drugs»

	1	2
	Модель	
	M_3 с двумя п.э.	M_3 с п.э. $z^{(2)}$
<i>Коэффициенты уравнения для факторов производства</i>		
$\ln L$	0.199*** (0.057)	0.195*** (0.049)

Окончание табл. П1.4

	Модель	
	1 M_3 с двумя п.э.	2 M_3 с п.э. $z^{(2)}$
$\ln K$	0.684*** (0.088)	0.687*** (0.083)
$\ln LA$	0.081** (0.040)	0.082** (0.040)
$const$	0.230 (0.258)	0.231 (0.259)
<i>Коэффициенты уравнения для показателей эффективности</i>		
$z^{(1)}$	-0.010 (0.086)	—
$z^{(2)}$	-0.367*** (0.122)	-0.371*** (0.121)
θ_0 (в M_3) или δ_0 (в M_4)	-0.087 (1.233)	-0.183 (0.886)
Количество наблюдений	32	32
Логарифм функции правдоподобия	14.495	14.487

Примечание. п.э. — показатель эффективности. В скобках указаны стандартные ошибки; *, **, *** — значимость оценок коэффициентов на 10, 5 и 1%-ном уровне соответственно.

Гипотеза H_0 о незначимости интеллектуального капитала в модели M_3 с двумя показателями эффективности отвергается.

Согласно расширенной схеме выбора модели (см. рис. 2) проверяем гипотезу $H_{3.1}$ о незначимости показателей эффективности в совокупности. При расчетах получаем p -значение 0.009 и, следовательно, отвергаем гипотезу $H_{3.1}$. Однако показатель эффективности $z^{(1)}$ является статистически незначимым в модели M_3 . После его исключения получены оценки, представленные в столбце 2 табл. П1.4.

Гипотеза H_0 в модели M_3 с показателем эффективности $z^{(2)}$ отвергается. Также отвергается и гипотеза $H_{3.1}$, совпадающая с $H_{3.2}$ в случае наличия единственного показателя эффективности.

По модели M_2 не удалось получить оценок.

Таким образом, согласно расширенной общей схеме выбора модели (см. рис. 2), итоговой следует признать модель M_3 с единственным показателем эффективности $z^{(2)}$:

$$R = e^{0.23} K^{0.69} L^{0.20} I^{0.08} e^{V-U},$$

где $V \sim N(0; 0.012)$, $U \sim N^+(0; \sigma_U^2(z))$, $\ln \sigma_U^2(z) = -0.18 - 0.37z^{(2)}$.

Приложение 2.1

Таблица П2.1. Данные для расчетов в отрасли «Производство основной фармацевтической продукции»

Компания	R (тыс. руб.)	L (чел.)	K (тыс. руб.)	IA (тыс. руб.)	$z^{(1)}$	$z^{(2)}$
АКРИХИН, ОАО	4 273 713	1 021	3 001 930	36 914	5.81	13.59
БИОМЕД им И. И. МЕЧНИКОВА, ОАО	302 350	335	405 646	406	1.49	6.5
Биосинтез, ОАО	2 493 602	7 597	1 449 980	656	1.57	2.79
Валента Фарм, ОАО	3 800 222	844	3 368 276	48 767	3.89	23.12
Вектор-Медика, ЗАО	627 214	809	839 639	595	3.84	14.25
ВЕРОФАРМ, ОАО	2 810 840	948	3 098 903	11 485	2.39	0.36
ГосЗМП, ФГУП	243 834	233	228 722	469	1.45	1.83
КРАСНОГОРСКЛЕКСРЕДСТВА, ОАО	1 073 643	627	1 061 685	492	3.97	19.95
КУРСКАЯ БИОФАБРИКА-ФИРМА БИОК, ФГУП	376 756	599	762 699	1 170	0.39	4.48
Мосхимфармпрепараты им. Н. А. Семашко, ОАО	1 780 666	697	1 486 699	1 966	1.53	19.03
Нижфарм, ОАО	6 626 958	2 657	10 888 883	260 345	7.41	25.32
НПО Диагностические системы, ООО	1 185 209	7 289	663 452	4 424	1.73	17.04
НПФ МАТЕРИА МЕДИКА ХОЛДИНГ, ООО	3 747 555	653	3 459 613	3 648	7.21	43.65
ОРГАНИКА, ОАО	628 777	669	486 526	401	0.71	15.02
ПЕРФТОРАН, ОАО НПФ	29 502	68	21 881	490	3.32	8.93
РОЗФАРМ, ООО	198 838	198	103 048	1 579	3.24	6.16
Санофи-Авентис Восток, ЗАО	221 584	167	2 290 615	461	0.31	-6.03
СИА ИНТЕРНЕЙШНЛ ЛТД, ЗАО	85 187 234	4 024	45 117 197	15 821	5.09	-0.07
СПбНИИВС ФМБА России, ФГУП	344 733	377	698 270	398	1.82	9.09
СЦФБ, ЗАО	65 272	102	128 526	1 296	1.37	10.8
Фармасинтез, ОАО	763 744	745	1 077 210	1 278	1.84	8.4
Фармацевтическая фабрика Санкт-Петербурга, ОА	260 734	295	363 939	728	0.62	5.08
ФАРМСТАНДАРТ-ЛЕКСРЕДСТВА, ОАО	12 561 575	2 989	8 178 020	19 908	37.51	13.77
ФАРМСТАНДАРТ-УФАВИТА, ОАО	3 006 451	7 433	2 799 614	79 177	8.88	14.89
Федеральный центр по проектированию и развитию, ФГУП	901 793	438	170 034	1 214	1.33	32.86
ФП ОБОЛЕНСКОЕ, ЗАО	528 444	330	480 846	1 735	6.51	11.22
ЭВАЛАР, ЗАО	4 584 741	1 161	3 972 202	1 010	21.21	47.11

С. А. Айвазян, М. Ю. Афанасьев, В. А. Руденко

Окончание табл. П2.1

Компания	R (тыс. руб.)	L (чел.)	K (тыс. руб.)	IA (тыс. руб.)	$z^{(1)}$	$z^{(2)}$
БИОКАД, ЗАО	668 139	367	731 607	5 250	49.65	40.98
Брынцалов-А, ЗАО	269 898	682	791 077	1 921	0.73	-4.05
Изварино Фарма, ООО	78 624	30	322 394	45 662	2.15	-5.28
МАКИЗ-ФАРМА, ЗАО	1 379 690	685	2 038 988	5707	4.74	19.94
Мегард Групп, ООО	1 766 420	414	873 524	445	3.11	13.35
НАЦИОНАЛЬНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ, ОАО	123 095	169	520 227	92 744	1.00	2.55
Новосибхимфарм, ОАО	399 153	718	450 893	772	0.43	-14.05
НПО Антивирал, ЗАО	666 155	110	496 618	4 400	26.39	30.24
ЭСКОМ, ОАО НПК	1 364 631	698	2 398 734	331	6.93	17.18

Приложение 2.2

Таблица П2.2. Данные для расчетов в отрасли «Разработка программного обеспечения»

Компания	R (тыс. руб.)	L (чел.)	K (тыс. руб.)	IA (тыс. руб.)	$z^{(1)}$	$z^{(2)}$
Авикомп Сервисез, ЗАО	547 712	626	202 946	59 088	0.05	4.2
Ай Ти Си, ООО	8 066	40	20 822	3265	-3.39	-74.03
АйТи Территория, ООО	1 043 544	1 036	377 850	96 388	1.56	41
АЛЕКТА, ООО	179 252	211	291 334	164	0.29	7.8
АРМАДА СОФТ, ЗАО	374 616	226	327 017	698	2.70	0.58
АСУНЕФТЬ, ОАО	191 882	315	143 276	3 914	0.08	10.2
АТС, ОАО	1 087 660	673	1 462 882	208 175	1.21	10.21
БДО Юникон Бизнес Сервис, ЗАО	193 964	191	58 305	6522	0.64	-3.62
Бегун, ЗАО	773 993	535	164 232	157 090	1.16	38.44
БСС, ООО	544 703	916	272 421	22 319	1.60	72.28
БФТ, ООО	421 335	307	125 967	15 863	1.19	38.42
Видеофон МВ, ЗАО	296 513	297	361 332	173	2.77	7.5
Геостра, ООО НПЦ	207 265	291	106 984	217	1.09	15.75
ГИВЦ МОСКВЫ, ОАО	211 663	182	270 039	2 486	1.36	31.92
Гмкцрит, ООО	348 216	208	141 756	5 852	3.81	140.33
ГМЦ Росстата	283 855	250	220 817	1 017	0.66	4
Группа Виста, ООО	600 550	831	242 563	909	2.22	96.14
ГУП ЭКОНОМИКА, ОАО	196 718	190	72 576	525	0.78	8.96
ИАЦ ДЗМ, ГБУ	47 832	81	28 013	1 540	0.75	-71.79
ИВЦ ЖКХ, ГУП РО	142 313	321	60 691	188	0.10	13.94
И-Куб, ООО	6 362	26	4325	308	0.04	3.15

Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал

Окончание табл. П2.2

Компания	R (тыс. руб.)	L (чел.)	K (тыс. руб.)	IA (тыс. руб.)	$z^{(1)}$	$z^{(2)}$
Инлайн Технолоджис, ООО	1 446 466	166	567 498	854	3.34	8.92
ИНПРЕС, АНО	1 278	8	249	195	1.69	50.68
Интернет-Проекты, ЗАО	71 817	185	46 581	2 159	0.15	4.05
ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ, ООО	92 925	180	55 555	667	0.93	23.42
ИНФОРМАЦИОННОЕ БЮРО БИЗНЕС ВОЛНА, ОАО	179 893	190	147 189	630	2.43	1.16
ИС Криста, ООО	778 570	822	396 094	17 587	3.22	25.09
ИТ-Сервис, ООО	515 640	841	351 956	6 611	0.28	7.49
КАТАРСИС, ООО НПК	688 806	550	308 004	497	1.79	18.57
КВЦ, ЗАО	117 809	194	18 936	1 039	0.57	96.29
КМИТ, ООО	20 744	10	2 571	18 017	1.81	23.53
Кнауф Сервис, ООО	575 120	512	192 408	4 450	0.14	23.24

С. А. Айвазян, М. Ю. Афанасьев, В. А. Руденко

Приложение 2.3

Проверка способа 3 для российских компаний, работающих в отрасли «Производство основной фармацевтической продукции».

При проверке данного способа не удалось получить оценки по модели M_4 с двумя показателями эффективности. После исключения показателя эффективности $z^{(1)}$, имеющего наибольший по модулю коэффициент корреляции с показателем интеллектуального капитала, были получены оценки, представленные в столбце 1 табл. П2.3.

Таблица П2.3. Результаты оценок моделей при проверке способа 3 в отрасли «Производство основной фармацевтической продукции»

	1	2	3	4	5	6
	Модель					
	M_4 с п.э. $z^{(2)}$	M_3 с двумя п.э.	M_3 с п.э. $z^{(2)}$	M_2	M_1	M_0
<i>Уравнение для факторов производства</i>						
$\ln L$	0.376*** (0.110)	0.298*** (0.098)	0.287*** (0.106)	0.410*** (0.110)	0.410*** (0.109)	0.410*** (0.115)
$\ln K$	0.727*** (0.099)	0.809*** (0.090)	0.804*** (0.092)	0.749*** (0.106)	0.749*** (0.106)	0.749*** (0.112)
$\ln LA$	-0.014 (0.055)	-0.041 (0.054)	-0.022 (0.057)	-0.004 (0.062)	-0.004* (0.062)	-0.004* (0.066)
$const$	2.049** (1.094)	1.200 (0.859)	1.282 (0.890)	0.820 (6.302)	0.824 (4.207)	0.760 (1.069)
<i>Уравнение для показателей эффективности</i>						
$z^{(1)}$	-	-1.394 (0.911)	-	-	-	-

Окончание табл. П2.3

	1	2	3	4	5	6
	Модель					
	M_4 с п.э. $z^{(2)}$	M_3 с двумя п.э.	M_3 с п.э. $z^{(2)}$	M_2	M_1	M_0
$z^{(2)}$	-0.031* (0.035)	-0.116 (0.086)	-0.140* (0.074)	–	–	–
θ_0 (в M_3) или δ_0 (в M_4)	1.010** (0.452)	0.696 (0.997)	-0.519 (0.726)	–	–	–
Количество наблюдений	36	36	36	36	36	36
Логарифм функции правдоподобия	-27.704	-25.401	-27.718	-32.733	-32.733	-32.733

Примечание. п.э. — показатель эффективности. В скобках указаны стандартные ошибки; *, **, *** — значимость оценок коэффициентов на 10, 5 и 1%-ном уровне соответственно.

Гипотеза H_0 о незначимости интеллектуального капитала в модели M_4 с показателем эффективности $z^{(2)}$ не отвергается, поэтому исключаем оставшийся показатель эффективности и переходим к построению модели M_3 с входным массивом данных E^2 .

Оценки, полученные при построении модели M_3 с двумя показателями эффективности, представлены в столбце 2 табл. П2.3. Гипотеза H_0 для модели M_3 с двумя показателями эффективности также не отвергается. Исключаем показатель эффективности $z^{(1)}$.

Результаты оценки модели M_3 с единственным показателем эффективности $z^{(2)}$ представлены в столбце 3 табл. П2.3. Как видно из таблицы, гипотеза H_0 для модели M_3 с показателем эффективности $z^{(2)}$ не отвергается, поэтому исключаем оставшийся показатель эффективности и переходим к построению модели M_2 . Полученные результаты представлены в столбце 4 табл. П2.3.

Согласно расширенной схеме выбора модели (см. рис. 2) проверяем гипотезу H_0 в M_2 . Она не отвергается. Оценки, полученные при построении модели M_1 , представлены в столбце 5 табл. П2.3.

Гипотеза H_0 о незначимости интеллектуального капитала в модели M_1 не отвергается. Следуя схеме, переходим к построению оценок в модели M_0 . Они представлены в столбце 6 табл. П2.3. Как видно из таблицы, гипотеза H_0 не отвергается также и в модели M_0 .

Согласно расширенной схеме выбора модели, признаем фактор интеллектуального капитала незначимым.

Приложение 2.4.

Проверка способа 3 для российских компаний, работающих в отрасли «Разработка программного обеспечения».

Оценки модели M_4 с двумя показателями эффективности представлены в столбце 1 табл. П2.4.

Таблица П2.4. Результаты оценок моделей при проверке способа 3 в отрасли «Разработка программного обеспечения»

	1	2	3
	M_4 с двумя п.э.	Модель M_4 с п.э. $z^{(1)}$	M_3 с двумя п.э.
<i>Коэффициенты уравнения для факторов производства</i>			
$\ln L$	0.325*** (0.127)	0.354*** (0.132)	0.282** (0.141)
$\ln K$	0.571*** (0.081)	0.559*** (0.087)	0.600*** (0.090)
$\ln LA$	0.097*** (0.036)	0.096*** (0.037)	0.101*** (0.037)
$const$	3.288*** (0.534)	3.223*** (0.634)	3.184*** (0.570)
<i>Коэффициенты уравнения для показателей эффективности</i>			
$z^{(1)}$	-0.321** (0.146)	-0.444*** (0.128)	-0.701 (0.635)
$z^{(2)}$	-0.005 (0.004)	—	-0.017 (0.020)
θ_0 (в M_3) или δ_0 (в M_4)	0.473** (0.223)	0.385 (0.263)	-1.869 (1.543)
Количество наблюдений	32	32	32
Логарифм функции правдоподобия	-13.570	-14.716	-16.320

Примечание. п.э. — показатель эффективности. В скобках указаны стандартные ошибки; *, **, *** — значимость оценок коэффициентов на 10, 5 и 1%-ном уровне соответственно.

Гипотеза H_0 о незначимости интеллектуального капитала в модели M_4 с двумя показателями эффективности отвергается. При проверке гипотезы $H_{4,1}$ о незначимости показателей эффективности в совокупности было получено p -значение, равное 0.004. Таким образом, гипотеза $H_{4,1}$ отвергается, однако фактор $z^{(2)}$ является статистически незначимым. Исключаем его.

Результаты построения модели M_4 с единственным показателем эффективности $z^{(1)}$ представлены в столбце 2 табл. П2.4.

Гипотеза H_0 для модели M_4 с единственным показателем эффективности $z^{(1)}$ отвергается. Также отвергается гипотеза $H_{4,1}$, совпадающая с гипотезой $H_{4,2}$ в случае наличия только одного показателя эффективности.

Согласно расширенной общей схеме выбора модели (см. рис. 2) переходим к построению модели M_3 с двумя показателями эффективности, результаты оценки которой приведены в столбце 3 табл. П2.4.

Как видно из таблицы, гипотеза H_0 о незначимости интеллектуального капитала в модели M_3 с двумя показателями эффективности отвергается. При проверке гипотезы $H_{3,1}$ о незначимости показателей эффективности в совокупности было получено p -значение, равное 0.155. Следовательно, гипотеза $H_{3,1}$ не отвергается.

Согласно расширенной схеме выбора модели, итоговая модель — M_4 :

$$R = e^{3.22} K^{0.56} L^{0.35} I^{0.10} e^{V-U},$$

где $V \sim N(0; 0.145)$, $U \sim N^+(\mu(z); 0.006)$, $\mu(z) = 0.385 - 0.444z^{(1)}$.

Приложение 2.5

Таблица П2.5. Значения оценок $TE(M) = E(\exp\{-U_i\} | V_i - U_i)$ технической эффективности и их рангов, оцененных по моделям M_3 и M_4 , для российских компаний в отрасли «Разработка программного обеспечения»

Компания	$TE(M_3)$	Ранг	$TE(M_4)$	Ранг
Гмкцрит, ООО	0.963	1	0.996	1
Инлайн Технолоджис, ООО	0.960	2	0.995	2
ИС Криста, ООО	0.945	3	0.995	3
АРМАДА СОФТ, ЗАО	0.933	4	0.993	5
Видефон МВ, ЗАО	0.931	5	0.993	4
Группа Виста, ООО	0.921	6	0.991	7
КМИТ, ООО	0.918	7	0.988	8
ИНФОРМАЦИОННОЕ БЮРО БИЗНЕС ВОЛНА, ОАО	0.918	8	0.992	6
КАТАРСИС, ООО НПК	0.912	9	0.987	9
Бегун, ЗАО	0.885	10	0.971	14
АйТи Территория, ООО	0.883	11	0.983	12
БФТ, ООО	0.880	12	0.969	16
КВЦ, ЗАО	0.878	13	0.886	23
ИНПРЕС, АНО	0.875	14	0.985	10
ГУП ЭКОНОМИКА, ОАО	0.871	15	0.932	19
БСС, ООО	0.870	16	0.983	11
Геостра, ООО НПЦ	0.868	17	0.966	17
БДО Юникон Бизнес Сервис, ЗАО	0.853	18	0.899	22
Кнауф Сервис, ООО	0.846	19	0.742	26
ГИВЦ МОСКВЫ, ОАО	0.838	20	0.977	13

Окончание табл. П2.5

Компания	$TE(M_3)$	Ранг	$TE(M_4)$	Ранг
ГМЦ Росстата	0.825	21	0.899	21
ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ, ООО	0.824	22	0.947	18
ИВЦ ЖКХ, ГУП РО	0.812	23	0.720	27
АТС, ОАО	0.804	24	0.969	15
ИАЦ ДЗМ, ГБУ	0.798	25	0.913	20
Авикомп Сервисез, ЗАО	0.787	26	0.704	29
ИТ-Сервис, ООО	0.760	27	0.766	25
АЛЕКТА, ООО	0.738	28	0.770	24
АСУНЕФТЬ, ОАО	0.722	29	0.702	30
Интернет-Проекты, ЗАО	0.707	30	0.720	28
И-Куб, ООО	0.642	31	0.683	31
Ай Ти Си, ООО	0.158	32	0.151	32

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена равен $\rho(TE(M_3), TE(M_4)) = 0.9113$.