

ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Басюк Константин Владимирович

экстерн кафедры национальной и региональной экономики РЭУ им. Г. В. Плеханова; председатель совета директоров ОАО «Хабаровский аэропорт».

Адрес: ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36; ОАО «Хабаровский аэропорт», 119034, Москва, Гагаринский пер., д. 25.

E-mail: ganini1@yandex.ru

В статье предпринята попытка использования методики построения многофакторных производственных функций в решении проблемы оценки инвестиционной привлекательности регионов Российской Федерации. В качестве конкретного инструмента предлагается вычисление регрессионного уравнения, которое позволит отобразить форму и уровень вклада частных факторов в общий объем привлеченных в регион денежных средств. Дисбаланс регионального развития является достаточно острой проблемой в России и многих других странах, вставших на путь построения современной цивилизованной рыночной экономики. Реальную помощь в решении этого вопроса может оказать привлечение иностранного капитала, так как регион, будучи вырванным из сложившейся системы взаимосвязей, не может найти некую точку роста с целью преодоления своих экономических проблем. В вопросах привлечения капитала на региональном уровне эта проблематика приобретает суть интегральной оценки способности привлекать денежные средства. Как ее получить? Какие региональные факторы влияют на нее? Насколько полно она отражает способность региона освоить привлеченные деньги? Эти методические вопросы нашли отражение в данной статье.

Ключевые слова: экономика региона, факторы инвестиционной привлекательности, объем привлекаемых в регион инвестиций, методы оценки, регрессионное уравнение, факторный анализ, многофакторная производственная функция.

ASSESSING INVESTMENT APPEAL OF RUSSIAN REGIONS: METHODOLOGICAL ASPECT

Basyuk, Konstantin V.

Expert of the Department for National and Regional Economy of the PRUE; Chairman of the Board of Directors of the company Khabarovskiy Airport.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation; Company Khabarovskiy Airport, 25 Gagarinskiy Lane, Moscow, 119034, Russian Federation.

E-mail: ganini1@yandex.ru

The article tries to apply methods of building multifactor industrial functions for solving the problem of assessing the investment appeal of regions in the Russian Federation. As a concrete instrument the author proposes to calculate regressive equation which can allow us to show the form and level of contribution of private factors in the total volume of cash raised in the region. Misbalance of regional development is an acute problem for Russia and many other countries that chose the way of building civilized market economy. Raising foreign capital can become a solution to this problem, as a region excluded from the system of interrelations cannot find a point of growth in order to overcome its economic problems. In the issue of raising capital at the regional level this topic implies the integral assessment of the ability to raise funds. How can it be achieved? Which regional factors can affect it? Can it show the ability of the region to use the money? These methodological questions are discussed in the article, factor analysis, multifactor industrial function, assessing the level of investment appeal of the region.

Keywords: economy of the region, investment appeal, factors of investment appeal, the volume of investment raised, methods of assessment, regressive equation.

В обыденном сознании оценка инвестиционной привлекательности очень часто ассоциируется с инвестиционными рейтингами, которые ежегодно публикуются рейтинговыми агентствами, в частности РА «Эксперт». Рассмотрение ее только лишь с этой позиции подразумевает оценку выгодности (способности принести доход) при размещении капитала в том или ином регионе. Однако с более широких позиций уровень инвестиционной привлекательности региона, а точнее его компоненты, позволяет выявить те проблемы, которые препятствуют совершенствованию экономического механизма и приводят к замедлению развития. Все это позволяет перейти к более конкретному пониманию региональных проблем. Наш анализ основывается на построении многофакторных производственных функций, которые весьма активно и плодотворно разрабатывал известный советский экономист академик А. И. Анчишкин [1]. Производственной функцией называется функция $Y = f(X)$, где Y – объясняемая переменная, а X – объясняющие переменные, факторы производства.

Статистическое исследование инвестиционной привлекательности

Рассмотрим применение методов статистического анализа на выборке параметров развития регионов за последние годы и

тем самым выявим значимые факторы, формирующие инвестиционную привлекательность регионов в Российской Федерации. Главным инструментом в этом случае будет выступать многофакторная производственная функция, форма и вид которой будут характеризовать взаимозависимости между рассматриваемыми факторами. Источником данных для их численного отображения стали соответствующие статистические сборники.

Общая характеристика используемой выборки данных

В статистике существует несколько типов данных, которые категорируются в зависимости от наличия или отсутствия в них временного признака. В нашем случае факторы, оказывающие влияние на инвестиционную привлекательность, которые в целом будут называться *независимыми переменными, признаками*, представляют собой *перекрестные данные* (т. е. те, которые представляют набор характеристик объектов регионов России за один период времени). Инвестиционная привлекательность (*зависимая переменная, или результат*) взята со сдвигом на один год вперед. В результате анализируемая совокупность имеет временной разрыв, который сделан по причине наличия фактического лага в принятии решений инвесторами.

Общая группировка факторов делится в зависимости от оказываемого эффекта на потенциалы и риски, которые с позиции экономической логики должны влиять на инвестиционную привлекательность. Основная гипотеза исследования будет исходить из того, что риски и потенциалы, оказывающие весомый вклад в инвестиционную привлекательность, могут найти отражение в производственной функции в виде точечных статистических показателей. Исследование будет исходить из того, что если показатель какого-либо конкретного фактора найдет свое место в производственной функции, то это будет являться численным отображением его вклада в инвестиционную привлекательность.

В этой связи была произведена выборка из следующего списка статистических показателей:

1. Плотность населения (чел./км²); рассчитана на основе общей численности населения и площади территории региона.

2. Фактические трудовые ресурсы (тыс. чел.); среднегодовая численность занятых в экономике региона.

3. Годовое потребление на душу населения (руб.); рассчитано из среднемесячного уровня потребления на душу населения.

4. Индивидуальная капиталовооруженность занятых (тыс. руб./чел.); рассчитана из величины основных средств по полной учетной стоимости, отнесенной к среднегодовой численности занятых; отражает обеспеченность капиталом.

5. Доля добывающего сектора в ВРП (%).

6. Производительность труда (тыс. руб./чел.); рассчитана из ВРП, отнесенного к среднегодовой численности занятых в экономике.

7. Объем торговли (млн руб.).

8. Уровень населения с доходами ниже прожиточного минимума (%).

9. Число людей с высшим образованием на 1 000 человек.

10. Число ЭВМ на 1 000 студентов вузов.

11. Число больничных коек на 1 000 человек населения; исходный показатель – на 10 000 человек.

12. Число преступлений на 1 000 человек.

13. Число индивидуальных предпринимателей на 1 000 человек населения.

14. Плотность железнодорожных путей (км путей/1 000 км²).

15. Плотность автодорог с твердым покрытием (км путей/100 км²).

16. Число фирм, осуществлявших инновации.

17. Число используемых передовых производственных технологий.

18. Общее число кредитных учреждений, юридических лиц и их филиалов (в рамках одного региона головной офис и его филиал учитываются вместе).

19. Баланс бюджета (млн руб.); рассчитан из разности бюджетных доходов и расходов.

20. Величина привлеченных инвестиций в основной капитал (млн руб.); результат; иностранные инвестиции не учтены.

Анализ факторов инвестиционной привлекательности

В итоге имеется 19 признаков и 1 результат. Фактор 1 взят для исследования влияния населенности региона на инвестиционную привлекательность. Факторы 2 и 6 характеризуют трудовой потенциал региона, факторы 3 и 8 – потребительский потенциал. Фактор 4 отражает оснащенность капиталом единицы трудового ресурса, фактор 5 – ресурсоемкость продукции региона (а как следствие, и ресурсозависимость), фактор 7 – интенсивность перемещения товаров и услуг через регион и внутри него. Факторы 9 и 10 характеризуют качество деятельности сферы образования в регионе, фактор 11 – уровень здравоохранения, фактор 12 – уровень социальной нестабильности. Фактор 13 показывает уровень развития малого бизнеса, факторы 14 и 15 оценивают инфраструктурный потенциал региона, факторы 16 и 17 – инновационный. Фактор 18 показывает уровень доступности финансовых ресурсов в регионе, фактор 19 – состояние муниципальных финансов.

Результат, на котором тестируется влияние факторов, – денежная величина привлеченных инвестиционных средств.

Признаки частично приведены в удельном выражении. Чаще всего в качестве базы для этого использовался показатель среднегодовой численности занятых. Это сделано для сравнительного уравнивания вкладов различных регионов в результат; таким образом, их разнородность устраняется хотя бы отчасти.

Построение данных произведено в программе MS Office Excel. Статистическая обработка осуществлялась на программном продукте Statistica v10¹.

Процедура проведения факторного исследования

Для построения производственных функций необходимо произвести несколько подготовительных операций с исходными данными.

В первую очередь следует провести *корреляционный анализ* с использованием линейного коэффициента корреляции и коэффициента корреляции рангов. Это позволит определить статистическую связь между каждым из 19 признаков и результатом; измерения будут проводиться по отдельности. Цель данного анализа – просеивание *статистически значимых* признаков, т. е. тех, влияние которых наиболее весомо отражается на *результате*.

Далее проверяются *распределительные свойства факторов* и их приближение к нормальному распределению, что вызвано его универсальной ролью в статистическом анализе. Это позволит повысить надежность получаемых в дальнейшем статистических оценок.

Завершением исследования будет многофакторная производственная функция вида

$$Y = f(\{x_{(j)}\}_{j=1}^k; \{\beta_{(j)}\}_{j=1}^k), \quad (1)$$

где x – отобранные статистически значимые факторы в количестве k штук;

β – соответствующие им веса.

Вид функции f и оценки параметров β будут получены при помощи построения регрессионного уравнения.

Классическое уравнение парной регрессии имеет следующий вид:

$$Y = \beta_{(0)} + \beta_{(1)} \cdot x + \varepsilon, \quad (2)$$

где Y – фактические значения *зависимой переменной*;

$\beta_{(j)}$ – оценки параметров, выражающие характер зависимости;

x – факторы;

ε – ошибка прогноза.

Конечной целью корреляционного анализа является установление зависимости между объемами привлеченных средств в регион и основными факторами. В соответствии с формулами корреляционных коэффициентов получаем:

1. *Линейный коэффициент корреляции*

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{cov}(x; y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \quad (3)$$

где $\text{cov}(x; y)$ – ковариация величин x и y ;

σ_x и σ_y – среднеквадратические отклонения.

Линейный коэффициент корреляции показывает тесноту линейной связи между рассматриваемыми переменными.

2. *Коэффициент корреляции рангов Спирмена*

$$P = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n \left(r_{x_{(j)}}(i) - r_{x_{(j-1)}}(i) \right)^2}{n^3 - n}. \quad (4)$$

Он основывается на тесноте соответствия рангов между различными критериями в рамках анализируемой совокупности.

В соответствии с (3) и (4) рассчитываются:

1. Для линейного коэффициента корреляции – показатель силы (в диапазоне $[-1; 1]$) и значимости (вероятность существования в процентном выражении) линейной связи между *результатом* и каждым из *признаков*.

2. Для нелинейного коэффициента корреляции – сила общей (ранговой) взаимосвязи и ее значимость.

¹ URL: <http://www.statsoft.ru/>

Обычно в исследованиях для подобных задач берется только линейный коэффициент корреляции. Однако связь между величинами может быть любого рода, не

только линейного, поэтому в данном случае используется ранговый коэффициент.

Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Объем привлеченных инвестиций

Факторы	Сила линейной связи	Сила ранговой связи
Производительность труда	0,709312	0,574659
Годовое потребление на душу населения	0,608682	0,653554
Общее число кредитных организаций	0,597813	0,765723
Индивидуальная капиталовооруженность занятых	0,579016	0,427556
Объем торговли	0,555607	0,795302
Фактические трудовые ресурсы	0,540898	0,729844
Доля добывающего сектора в ВРП	0,438702	0,260226
Число используемых передовых производственных технологий	0,369521	0,515406
Число фирм, осуществлявших инновации	0,349738	0,700282
Число ЭВМ на 1 000 студентов вузов	0,254947	0,298866
Число индивидуальных предпринимателей на 1 000 человек	0,214271	0,329071
Число преступлений на 1 000 человек	0,159776	0,214742
Баланс бюджета	0,117999	-0,018427
Число людей с высшим образованием на 1 000 человек	0,024057	0,172420
Плотность населения	-0,010959	0,024976
Плотность железнодорожных путей	-0,069060	-0,081530
Плотность автодорог с твердым покрытием	-0,118077	-0,129702
Уровень населения с доходами ниже прожиточного минимума	-0,243511	-0,361455
Число больничных коек на 1 000 человек	-0,273938	-0,265488

В табл. 1 курсивом отмечены те значения коэффициентов, вероятность значимости которых выше 95%. Как уже было сказано, в задачу корреляционного анализа входит просеивание исходных факторов, имеющих следующие критерии:

- значение силы связи для обоих коэффициентов по модулю больше 0,2;
- вероятность статистической значимости больше 95% хотя бы для одного из коэффициентов.

В соответствии с этим из первоначальной выборки были удалены следующие факторы:

1. Число преступлений на 1 000 человек.
2. Баланс бюджета.

3. Число людей с высшим образованием на 1 000 человек.

4. Плотность населения.

5. Плотность железнодорожных путей.

6. Плотность автодорог с твердым покрытием.

Содержательно это означает, что существующая с экономической точки зрения взаимосвязь между уровнем *оснащенности региона инфраструктурой, с одной стороны, и уровнем криминогенности, состоянием государственных финансов, уровнем образованности населения* – с другой, в данной выборке не проявилась. Также не была установлена статистическая связь между плотностью населения и *объясняемой переменной*.

Проведенная проверка логической направленности взаимосвязи показателей

показала, что к росту результирующей переменной (с различной степенью интенсивности) приводит рост следующих факторов:

1. Производительности труда.
2. Годового потребления на душу населения.
3. Общего числа кредитных организаций.
4. Индивидуальной капиталовооруженности занятых.
5. Объема торговли.
6. Фактических трудовых ресурсов.
7. Доли добывающего сектора в ВРП.
8. Числа используемых передовых производственных технологий.
9. Числа фирм, осуществлявших инновации.
10. Числа ЭВМ на 1 000 студентов вузов.
11. Числа индивидуальных предпринимателей на 1 000 человек.

Рост оставшихся двух факторов (уровня населения с доходами ниже прожиточного минимума; числа больничных коек, приходящихся на 1 000 человек населения) ведет к снижению результата.

Результаты проведенного факторного анализа

Корреляционный анализ позволяет выявить *статистическую* взаимосвязь экономических показателей, подтверждает наличие и направление связи между уровнем притекающих в регион инвестиций и определяющими этот процесс факторами: *уровнем потребления, трудовым потенциалом, оснащенностью капиталом, инновациями, объемом торговли, уровнем образования, развитием малого предпринимательства*¹.

Всего было отсеяно 7 факторов:

1. Число преступлений на 1 000 человек.
2. Баланс бюджета.
3. Число людей с высшим образованием на 1 000 человек.
4. Плотность населения.

5. Плотность железнодорожных путей.
6. Плотность автодорог с твердым покрытием.
7. Число больничных коек на 1 000 населения.

Тестирование данных

Регрессионный анализ является эффективным инструментом статистического анализа. Тем не менее его применение довольно ограничено. Эти ограничения формируются в основном законами распределения случайных величин². При построении регрессии желательно, чтобы на зависимые и независимые переменные накладывались ограничения по их принадлежности к нормальному распределению. Почему такой тип распределения так широко распространен в статистике? Чтобы понять это, построим плотность его распределения (рис. 1).



Рис. 1. Плотность нормального распределения

Нормальное распределение ценят за то, что оно выражает значения признака, *равновероятно распределенного* относительно некоего среднего. Степень определенности данных, выраженных (хотя бы асимптотически) таким законом, более высока. Однако реальность существования нормального закона распределения, да и вообще способности реальных явлений подчиняться

¹ Фактор здравоохранения отрицательно влияет на объем привлеченных средств, что экономически алогично, поэтому данный показатель отсеивается.

² Законом распределения случайной величины называется функция F_x , которая выражает вероятность того, что случайная величина примет значение, меньшее чем x .

хоть какому-либо закону распределения, – момент достаточно спорный, поэтому мы этого вопроса непосредственно касаться не будем.

Для тестирования выборки на соответствие определенному закону распределения используются критерии согласия – Хи-квадрат, Колмогорова – Смирнова и др. Были проведены тесты всех (непрерывных) переменных на нормальное распределение. Описание самой процедуры тестирования мы не приводим. Результат таков, что значимой вероятности критериев согласия (а этому соответствует вероятность более 80–90%) для проверяемых переменных получено не было. Поэтому для того, чтобы приблизить их к желаемому состоянию, была проведена процедура их логарифмирования.

Логарифмирование было произведено для всех типов переменных – как зависимых, так и независимых. Результат логарифмирования приведен на рис. 2.

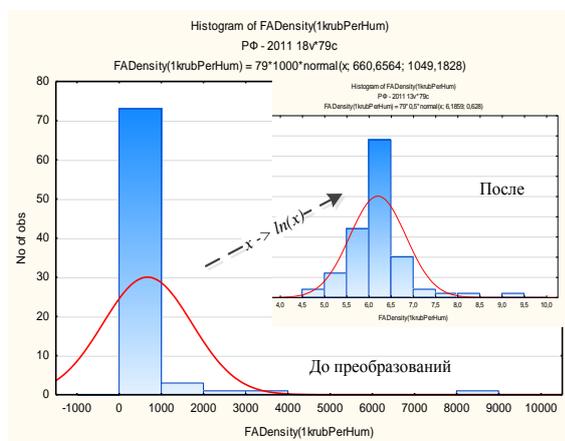


Рис. 2. Результат логарифмирования показателя основных средств на одного трудящегося

Для примера взят показатель *основных средств на одного трудящегося*. В исходном виде его гистограмма имеет выраженную фрагментацию; процедура логарифмирования *дефрагментирует* значения параметра. Благодаря этому преобразованная выборка более сходна с нормальным распределением, хотя в некоторых случаях пре-

образование дало не столь желаемый результат (рис. 3).

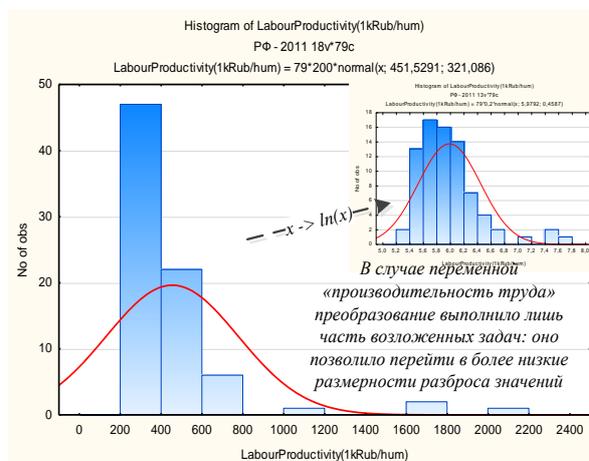


Рис. 3. Результат логарифмирования показателя производительности труда

Здесь логарифмирование не полностью выполнило возлагаемую на него роль. Общее для всех преобразований – уменьшился масштаб разброса значений, что позволит облегчить дальнейший анализ.

Теперь с отфильтрованной выборкой возможно построение значимой производственной функции.

Построение регрессии

Таким образом, мы имеем 13 переменных: 1 результат и 12 признаков.

Соотношение (2) выражает классическое регрессионное уравнение. Для 13 переменных и 78 наблюдений оно трансформируется к следующему виду:

$$Y = X\beta + \varepsilon, \tag{5}$$

$$\text{где } Y = \begin{pmatrix} y^{(1)} \\ y^{(2)} \\ \dots \\ y^{(78)} \end{pmatrix}; \quad X = \begin{pmatrix} 1 & x_{(1)}^{(1)} & \dots & x_{(k)}^{(1)} \\ 1 & x_{(1)}^{(2)} & \dots & x_{(k)}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \dots & \dots & x_{(k)}^{(78)} \end{pmatrix};$$

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_{(0)} \\ \beta_{(1)} \\ \dots \\ \beta_{(k)} \end{pmatrix}; \quad \varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon^{(1)} \\ \varepsilon^{(2)} \\ \dots \\ \varepsilon^{(78)} \end{pmatrix}.$$

Вектор-столбец β из последнего соотношения находится методом наименьших квадратов:

$$\beta = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot Y, \quad (6)$$

где T – транспонированность;

-1 – обратность.

Задача для рассматриваемого набора переменных состоит в том, чтобы получить регрессионное соотношение. При попытке построить классическую множественную регрессию без дополнительных опций оценки $\beta_{(j)}$ получаются либо незначимыми, либо не соответствующими экономической логике. Причина этого – мультиколлинеарность. Она выражается в том, что независимые переменные взаимосвязаны не только с зависимой переменной, но и меж-

ду собой [6]. Одним из методов устранения этого явления является *гребневая регрессия*. Суть ее сводится к трансформации метода наименьших квадратов (6). В случае мультиколлинеарности определитель матрицы данных $(X^T \cdot X)^{-1}$ стремится к 0. Чтобы не допустить этого, от каждого из ее диагональных элементов отнимают число $\lambda = \in (0; 1]$. При $\lambda = 0$ гребневая регрессия превращается в классическую [3].

Результат построения наиболее эффективной модели гребневой регрессии приведен в табл. 2 (гребневая регрессия с параметром $\lambda = 0,1$ с последовательным включением значимых факторов; параметр $\beta_{(0)}$ (свободный член) не оценивался).

Т а б л и ц а 2

Результат построения регрессии

Спецификация модели	Оценка влияния фактора	Стандартная ошибка	Тестовая статистика	Значимость/надежность
1	2	3	4	5
Факторы	$\beta_{(j)}$	Доверительный интервал $\beta_{(j)}$	$t_{(64)}$	p -значение
Объем торговли	0,103951	0,040168	2,58792	0,011935
Производительность труда	0,235621	0,076278	3,08900	0,002970
Фактические трудовые ресурсы	0,174340	0,072668	2,39913	0,019357
Индивидуальная оснащенность капиталом	0,223880	0,072523	3,08704	0,002987
Количество ЭВМ на 1 000 студентов вузов	0,258985	0,088410	2,92935	0,004702
Общее число кредитных учреждений	0,258900	0,124292	2,08299	0,041252
Уровень населения с доходами ниже прожиточного минимума	-0,569459	0,230484	-2,47071	0,016158
Число индивидуальных предпринимателей на 1 000 человек	0,384009	0,187424	2,04888	0,044579
Число фирм, осуществлявших инновации	0,212397	0,126202	1,68300	0,097248
Число используемых передовых производственных технологий	0,100081	0,060416	1,65652	0,102513

В регрессионной модели из 12 факторов осталось 10. Два были отсеяны в результате их избыточности. Как видно из табл. 2, для производственной функции вида (1) получены численные оценки $\beta_{(j)}$, при этом сама функция f является нелинейной, так как в регрессионную модель были включены логарифмы признаков и результатов. Об-

наружилось статистическое подтверждение экономическим эффектам, оказываемым влияние на объем привлеченных средств такими индикаторами, как:

1. Трудовой потенциал:
 - трудовые ресурсы (среднегодовая численность занятых в экономике), тыс. чел.;

– производительность труда (ВРП на одного занятого), тыс. руб./чел.

2. Потенциал капитала – оснащенность капиталом на одного занятого, тыс. руб./чел.

3. Уровень интенсивности обмена товарами и услугами – объем торговли, млн руб.

4. Инновационный потенциал:

– число фирм, осуществлявших инновации;

– число используемых передовых производственных технологий.

5. Потенциал малого бизнеса – число индивидуальных предпринимателей на 1 000 человек.

6. Потенциал доступности кредитных ресурсов – число кредитных учреждений.

7. Потребительский потенциал – уровень населения с доходами ниже прожиточного минимума, %.

8. Уровень внедрения технологий в образование – количество ЭВМ на 1 000 студентов вузов.

Как видно из табл. 2, для всех коэффициентов $\beta_{(i)}$ уровень вероятностной значимости (надежность) очень высокий (столбец 5), кроме переменной «число используемых передовых производственных технологий». С другой стороны, очевидна статистико-экономическая согласованность¹ изменений зависимых и независимой переменных, т. е. здесь рассматривалось сочетание полученных оценок параметров с экономической логикой.

Согласно результатам регрессии на объем привлеченных средств в регион положительно влияют все перечисленные факторы, за исключением доли населения с доходами ниже прожиточного минимума, влияние которой противоположно направленно. Эти выводы совпадают с результатами содержательных исследований, проведенных зарубежными учеными [7. – С. 158–160; 8. – С. 706–707].

В столбце 3 табл. 2 приведены доверительные интервалы (стандартные ошибки)

оценок параметров $\beta_{(i)}$. Они отражают погрешность измерения оценок параметров. В случае таковой практически достоверно, что $\beta_{(i)}$ не выйдет за пределы доверительного интервала.

Регрессионное уравнение имеет следующий вид:

$$\ln(Y_{Inv}) = 0,104 \cdot \ln(X_1) + 0,236 \cdot \ln(X_2) + 0,174 \cdot \ln(X_3) + 0,224 \cdot \ln(X_4) + 0,259 \cdot \ln(X_5) + 0,259 \cdot \ln(X_6) - 0,57 \cdot \ln(X_7) + 0,384 \cdot \ln(X_8) + 0,212 \cdot \ln(X_9) + 0,1 \cdot \ln(X_{10}). \quad (7)$$

Номера факторов соответствуют порядку, установленному в табл. 2. После преобразований уравнения получим

$$Inv = \sum_{j=1}^{10 \text{ (кроме номера 7)}} x_{(j)}^{\beta_{(j)}} + \frac{1}{x_{(7)}^{\beta_{(7)}}}. \quad (8)$$

Таким образом, выражения (7) и (8) являются математическим частным отображением производственной функции (1).

Статистическая значимость уравнения

Нахождение вида производственной функции (7) заканчивает использование инструментов регрессионного анализа и подразумевает переход к глубокому анализу статистических показателей качества всего уравнения.

Уравнение в целом значимо с вероятностью 99,9%. Коэффициент детерминации R^2 , поправленный на количество переменных, равен 0,984. Это означает, что 98,4% разброса показателя инвестиций объясняются разбросом учетных независимых переменных, что также характеризует статистическое качество.

Несмотря на хорошие вероятностные значения и коэффициент детерминации, уравнение имеет и недостатки. Главный из них – существование зависимости между остатками регрессионной модели. Коэффициент корреляции между остатками равен 0,24 (статистика Дарбина – Уотсона $\approx 1,5$), что не позволяет безоговорочно верить уравнению со статистической точки зрения. При этом остатки модели не распределены по нормальному закону.

¹ Она аналогична той, что была рассмотрена в корреляционном анализе.

Оценки параметров $\beta_{(i)}$ используются для анализа изменчивости *результата* при изменении признаков. В качестве примера была взята Брянская область. Используя (7), рассчитаем исходный модельный показатель инвестиций – примерно 29 млн рублей. Фактическое же значение составило примерно 33 млн рублей. Относитель-

ная ошибка в этом случае составляет 13%. Она также будет служить ориентиром относительно всех последующих результатов.

В табл. 3 отражены результаты расчета изменчивости значений производственной функции в ответ на изменение каждого фактора.

Т а б л и ц а 3

Моделируемая изменчивость инвестиций

Условие	Значение производственной функции, млн руб.	Изменение производственной функции, %
Без изменений	28 713,78	0,000
Уровень населения с доходами ниже прожиточного минимума (+0,364)	13 680,46	47,644
Объем торговли (-50%)	26 717,64	93,048
Производительность труда (+25%)	30 263,87	105,398
Фактические трудовые ресурсы (+25%)	29 852,85	103,967
Капиталовооруженность (+25%)	30 184,68	105,123
Число ЭВМ на 1 000 студентов (+25%)	30 422,07	105,949
Число индивидуальных предпринимателей на 1 000 человек (+25%)	31 282,74	108,947
Число фирм, осуществляющих инновации (+25%)	30 107,44	104,854
Число передовых используемых производственных технологий (+25%)	29 362,25	102,258
Число финансовых учреждений (+25%)	30 421,49	105,947

Возникает вопрос: насколько реалистично уравнение (7)?

Предположим, что доля населения с доходами ниже прожиточного минимума выросла с 13,6 до 50% (+36,4%). Тогда объем привлеченных средств падает почти на половину (47,64%). Из этого отчетливо видно, что производственная функция применительно к одному из регионов выражает четкое снижение *результата*, что полностью согласуется с экономической логикой. Если же рассмотреть изолированное падение объемов торговли (на половину), то снижение составит всего 7%. В этом случае можно говорить либо о том, что в выборке независимых переменных не отразилась связанность торговли и уровня инвестирования, либо о том (и это более верно), что зависимость этого типа *недостаточно* отра-

зилась в оценке параметра в производственной функции. Оставшиеся удельные факторы были одинаково изменены в сторону повышения на 25%. При этом сильнейший прирост среди них пришелся на показатель развития индивидуального предпринимательства (почти 9%), за ним примерно с равными вкладами идут доступность финансовых ресурсов и технологичность образования (около 6%). Два показателя инновационности дали всего 7%, показатели труда – 8%.

Можно сделать вывод, что источники привлечения средств в регионы более зависимы не от классических факторов производства – *капитала и труда*, а от *показателей развития малого бизнеса, доступности финансовых ресурсов и технологичности образования (высшего)*. Таким образом, произ-

водственные функции, сопровождаемые статистическим инструментарием, являются достаточно гибким средством анализа инвестиционной привлекательности.

Список литературы

1. Анчишкин А. И. Прогнозирование роста социалистической экономики. – М. : Экономика, 1973.
2. Бутенко Я. А. Разработка и реализация эффективной трехуровневой инвестиционной политики // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2014. – № 7 (73). – С. 107–120.
3. Калинин Ю. А. Гребневая регрессия как байесовский метод. – URL: http://www.clrc.rhul.ac.uk/people/yura/rr_rus.pdf
4. Клейнер Г. Б. Производственные функции. Теория и методы применения. – М. : Финансы и статистика, 1986.
5. Орешин В. П. Планирование производственной инфраструктуры: комплексный подход. – М. : Экономика, 2012.
6. Aschauer D. A. Public Investment and Productivity Growth in the Group of Seven. – URL: http://www.chicagofed.org/digital_assets/publications/economic_perspectives/1989/ep_sep_oct1989_part3_aschauer.pdf
7. Button K. Infrastructure Investment, Endogenous Growth and Economic Convergence // *Annals of Regional Science*. – 1998. – Vol. 32. – N 1. – P. 145–162.
8. Straub S. Infrastructure and Development: A Critical Appraisal of the Macro-level Literature // *Journal of Development Studies*. – 2011. – Vol. 47. – N 5. – P. 683–708.

References

1. Anchishkin A. I. Prognozirovaniye rosta sotsialisticheskoy ekonomiki [Forecasting the Growth of Socialist Economy]. Moscow, Economics, 1973. (In Russ.).
2. Butenko Ya. A. Razrabotka i realizatsiya effektivnoy trekhurovnevoy investitsionnoy politiki [Designing and Pursuing the Effective Three-Level Investment Policy], *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2014, No. 7 (73), pp. 107–120. (In Russ.).
3. Kalinkash Yu. A. Grebnevaya regressiya kak bayesovskiy metod [Crest Regression as a Bias Method]. (In Russ.). Available at: http://www.clrc.rhul.ac.uk/people/yura/rr_rus.pdf
4. Kleyner G. B. Proizvodstvennyye funktsii. Teoriya i metody primeneniya [Industrial Functions. Theory and Methods of Application]. Moscow, Finance and Statistics, 1986. (In Russ.).
5. Oreshin V. P. Planirovaniye proizvodstvennoy infrastruktury: kompleksnyy podkhod [Planning Industrial Infrastructure: Complex Approach]. Moscow, Ekonomika, 2012. (In Russ.).
6. Aschauer D. A. Public Investment and Productivity Growth in the Group of Seven. Available at: http://www.chicagofed.org/digital_assets/publications/economic_perspectives/1989/ep_sep_oct1989_part3_aschauer.pdf
7. Button K. Infrastructure Investment, Endogenous Growth and Economic Convergence, *Annals of Regional Science*, 1998, Vol. 32, No. 1, pp. 145–162.
8. Straub S. Infrastructure and Development: A Critical Appraisal of the Macro-level Literature, *Journal of Development Studies*, 2011, Vol. 47, No. 5, pp. 683–708.