

Лилия МАТРАЕВА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ НА ПОТОКИ ПРЯМЫХ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

В статье рассматриваются актуальные вопросы статистического исследования прямых иностранных инвестиций в РФ. Автор предлагает сместить фокус оценки инвестиционного потенциала регионов на углубленное изучение эффективности осуществляемых на их территории мероприятий, стимулирующих приток иностранных инвестиций.

Ключевые слова: моделирование, прямые иностранные инвестиции, региональная инвестиционная политика

Исследование инвестиционного климата страны и регионов непростая, но актуальная задача, поскольку дискуссионной является сама возможность статистической оценки инвестиционного климата. Тем не менее, для успешной разработки и реализации стратегических и тактических инвестиционных планов развития территории необходимо всестороннее изучение ситуации.

В настоящей статье рассматривается одна из составляющих этой комплексной проблемы: определение стимулирующих инструментов, наиболее востребованных иностранными инвесторами.

Моделирование на основании инструментария логистической регрессии

Основная сложность статистической оценки инвестиционного климата территории в том, что большинство показателей, отражающих степень проявления конкретного фактора (см. рис. 1), являются качественными. В подавляющем большинстве методик они измеряются с помощью методов экспертной оценки, что вносит в оценку элементы субъективизма.

Чтобы снизить уровень субъективизма оценки, в модели предлагается оценивать качественные показатели по связи между мероприятиями *по результативным признакам*. Наличие этих мероприятий рассматривается как индикатор составляющих инвестиционный климат региона. А ком-

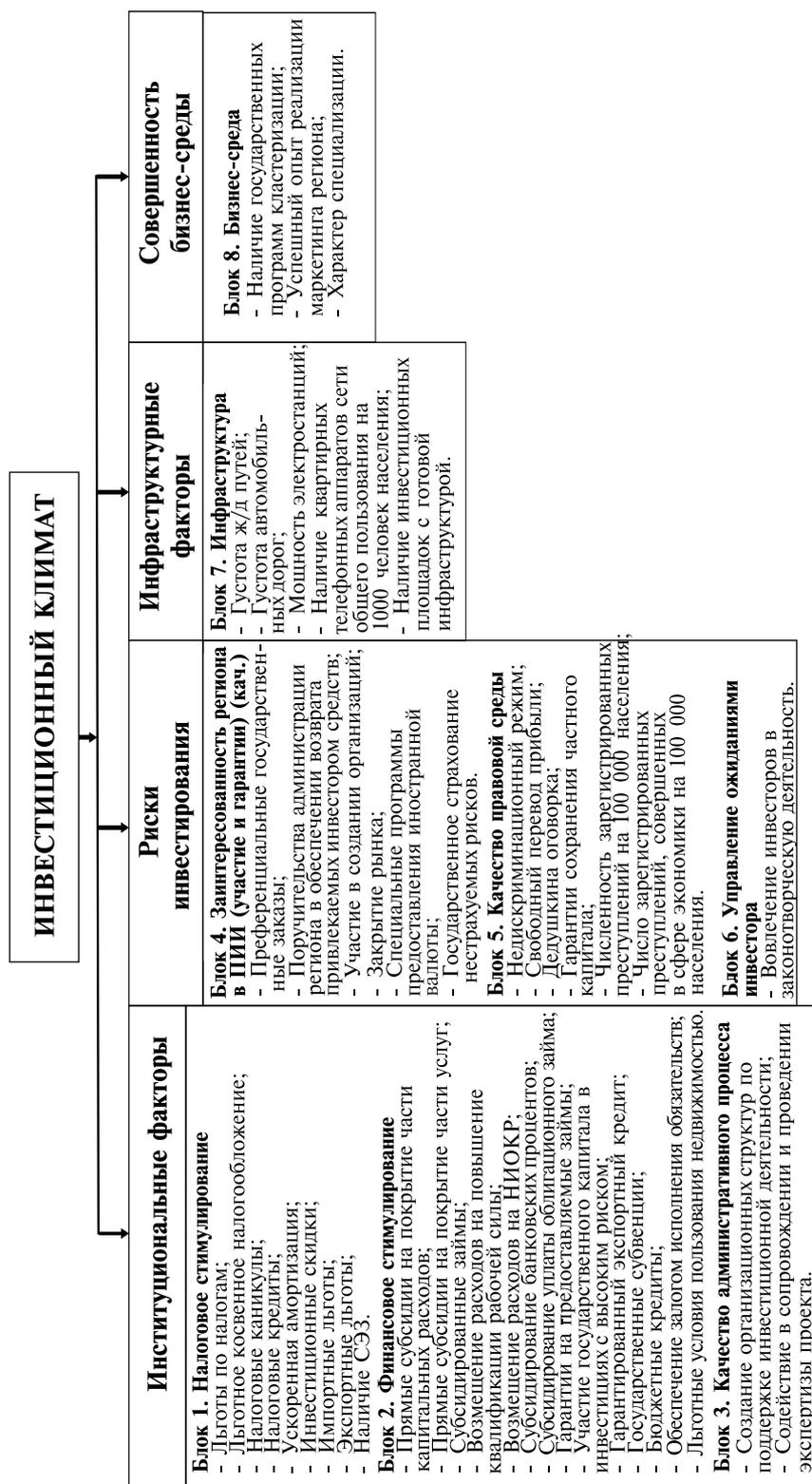


Рис. 1. Карта статистических показателей-индикаторов инвестиционного климата территории

плекс мероприятий, стимулирующих выделенные факторы, составлен на основании агрегирования мирового опыта в отношении стимулирования иностранных инвесторов¹.

Поскольку в нашем случае отклик может принимать только два значения: будет или не будет достигнута поставленная цель при использовании определенного набора инструментов инвестиционной политики в отношении иностранных инвесторов, то для решения поставленной задачи целесообразно использовать инструментарий *логистической регрессии*, позволяющей исследовать зависимость дихотомических переменных от независимых переменных, имеющих любой вид шкалы².

В данном случае с помощью инструментария логистической регрессии решается задача построения моделей, позволяющих предсказывать вероятность наступления следующих событий.

Первое. Для регионов, находящихся на стадии допуска инвесторов: произойдет ли увеличение притока прямых иностранных инвестиций (далее – ПИИ)?

$$\hat{y}_1 = \begin{cases} 1, & \text{да, если объем ПИИ выше инвестиционного} \\ & \text{потенциала региона} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (1)$$

Второе. Для регионов, находящихся на стадии функционирования инвесторов: произойдет ли устойчивый рост ПИИ?

$$\hat{y}_2 = \begin{cases} 1, & \text{да, если существует устойчивый рост ПИИ} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (2)$$

При этом результатом будут являться две модели логистической регрессии, учитывающие стадию инвестиционного цикла региона: стадию допуска инвестора и стадию функционирования инвестора.

Отбор регрессоров в модель был осуществлен в ходе процедуры корреляционного анализа. Были отобраны характеристики, наиболее сильно влияющие на результирующую переменную.

На стадии *допуска инвестора* с вероятностью более 95% (χ^2 факт>3,84 с учетом $P<0,05$) существует статистически значимая связь между ожиданиями инвестора и следующим набором показателей:

- наличие инвестиционных площадок с готовой инфраструктурой ($x_{1,1}$);
- преступления, совершенные в сфере экономики на 100 000 населения ($x_{1,2}$);
- участие в создании организаций ($x_{1,3}$);

¹ Подробнее см.: *Матраева Л.В.* Методический подход к оценке влияния факторов, определяющих инвестиционную привлекательность регионов Российской Федерации для иностранного инвестора // Теория и практика современной торговли. Часть 1. Сборник научных трудов. Тула: Тульский филиал РГТЭУ. Изд-во «Папирус», 2011. С. 302–308.

² Обычно со значениями дихотомических переменных связывают вероятность наступления какого-то события в зависимости от исследуемых независимых переменных.

- преступления на 100 000 населения ($x_{1,4}$);
- поручительства администрации региона в обеспечении возврата привлекаемых инвестором средств ($x_{1,5}$);
- наличие свободных экономических зон ($x_{1,6}$);
- инвестиционные налоговые кредиты ($x_{1,7}$).

На стадии *функционирования инвесторов* с вероятностью более 95% ($\chi^2_{\text{факт}} > 3,84$ с учетом $P < 0,05$) существует статистически значимая связь с показателями:

- наличие государственных программ кластеризации ($x_{2,1}$);
- поручительства администрации региона в обеспечении возврата привлекаемых инвестором средств ($x_{2,2}$);
- создание организационных структур по поддержке инвестиционной деятельности ($x_{2,3}$);
- льготные условия пользования недвижимостью ($x_{2,4}$).

Для решения поставленной задачи использовался ППП SPSS 20.0 и метод пошагового (прямого) включения переменных. Порог отсекающего был принят равным 0,5. Если в результате расчетов полученное значение вероятности будет меньше 0,5, то предполагается, что событие не наступит. Если это значение равно или превышает 0,5, то предполагается, что событие наступит.

В результате были получены два уравнения логистической регрессии (формулы 3 и 4), где в качестве предикторов остались все перечисленные выше переменные.

$$\begin{cases} \hat{y}_1 = (1 + e^{-z'})^{-1} \\ Z' = -2,72 - 2,045x_{1,1} - 2,188x_{1,2} + 1,540x_{1,3} + 3,831x_{1,4} - \\ - 3,522x_{1,5} + 3,967x_{1,6} + 2,957x_{1,7} \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \hat{y}_2 = (1 + e^{-z'})^{-1} \\ Z' = -4,107 + 0,9365x_{2,1} + 2,509x_{2,2} + 1,961x_{2,3} - 1,767x_{2,4} \end{cases} \quad (4)$$

Статистические критерии (логарифм правдоподобия и индикатор хи-квадрат) показали значимость построенных моделей и всех коэффициентов. Проверка значимости отличия коэффициентов от нуля проводилась при помощи статистики Вальда.

Дальнейший анализ экспонированного значения шансов (Exp/V) позволил прийти к следующим выводам

На *стадии допуска инвесторов* наибольшее влияние оказывают, во-первых, наличие СЭЗ увеличивает шанс притока ПИИ в 52 раза.

Во-вторых, наличие в регионе инвестиционных скидок, представляемых иностранным инвесторам, также существенно увеличивает шанс притока ПИИ – в 19 раз.

В-третьих, существенную роль показателя «Участие в создании организаций» в увеличении шансов притока ПИИ (в 4,6 раза).

В-четвертых, преобладание ресурсных инвестиций в регионы, имеющие более высокий уровень криминогенной обстановки по сравнению с центральной частью страны.

В-пятых, наличие статистически значимой связи факторов «Наличие инвестиционных площадок с готовой инфраструктурой», «Преступления, совершенные в сфере экономики», «Поручительства администрации в обеспечении возврата средств» с результирующим признаком лишь незначительно увеличивает шансы притока ПИИ в регион.

На *стадии функционирования инвесторов* ситуация выглядит несколько иначе.

На первое место выходит фактор «Поручительства администрации в обеспечении возврата средств»: его наличие увеличивает шансы устойчивого роста ПИИ в 12 раз.

Второе место по увеличению шансов (в 7 раз) занимает фактор «Создание организационных структур по поддержке инвестиционной деятельности».

Далее следует «Наличие государственных программ кластеризации» (в 2,5 раза).

Фактор «Льготные условия пользования недвижимостью» показал статистически значимое, но не существенное влияние на увеличение шансов.

Оценка качества построения регрессионных моделей

Оценка качества полученных регрессионных моделей проводилась по нескольким критериям.

Для *оценки качества логистической регрессии* используют меры определенности Кокса&Шнела и Нэйджелкерка. Они характеризуют часть дисперсии, объясняемой с помощью построенной модели логистической регрессии. Для первой модели R квадрат Нэйджелкерка (псевдокоэффициент детерминации) составил 64,9%. Для второй модели – 50%.

Для *оценки доли правильно определенных* (переклассифицированных) *наблюдений* используют проценты конкордации.

Обе полученные модели обладают достаточно высокими прогностическими свойствами.

Первая модель в целом правильно описывает 85,3% наблюдений. Было верно предсказано 56,3% общего числа наблюдений, в которых результат был положительным; 94,2% – отрицательным.

Вторая модель имеет результаты чуть хуже: в общей выборке ею предсказано верно 82,4% наблюдений. Она правильно описывает 50% наблюдений, результат которых был положительным, и 92,3% наблюдений, результат которых был отрицательным.

Таким образом, учитывая небольшой объем статистической выборки и высокую неопределенность социально-экономических процессов, а также непараметрический характер исследуемых переменных, прогностические свойства построенных моделей можно признать удовлетворительными.

Самым наглядным методом, позволяющим оценить качество модели, является построение *ROC*-кривой. Однако, как справедливо отмечается в работе, посвященной исследованию практики применения многомерных методов классификации, «этот метод еще недостаточно

применяется в отечественной науке и крайне редко встречается в работах российских статистиков»³. В связи с вышесказанным рассмотрим методику построения ROC-кривой для решения поставленной в исследовании задачи более подробно.

ROC-кривая показывает зависимость количества верно классифицированных положительных примеров (истинно положительное множество) от количества неверно классифицированных отрицательных примеров (ложно отрицательное множество)⁴.

Положительные примеры, классифицированные как отрицательные, в подобных терминах трактуются как ошибка I рода, т.е. в этом случае построенная модель не выявила интересующее нас событие. В свою очередь отрицательные примеры, классифицированные как положительные, представляют собой ошибку II рода.

Для определения качества бинарного классификатора рассчитывают два показателя: чувствительность и специфичность модели. Чувствительность – это доля наблюдений, которые являются истинными и классифицируются как истинные полученным уравнением регрессии. Специфичность – это доля истинно отрицательных случаев, правильно распознанных моделью⁵.

Исследование таких характеристик, как чувствительность и специфичность, позволяет определить два *принципиально важных* показателя модели.

Первый показатель. Оптимальный порог отсечения, в котором ошибки I и II рода минимальны ($S_p + S_e \rightarrow \max$), т.е. это точка, в которой чувствительность и специфичность модели максимальна.

Второй показатель. Точка баланса, в которой чувствительность и специфичность примерно совпадают ($|S_e - S_p| \rightarrow \min$).

Значения специфичности и чувствительности для исследуемых моделей представлены в *таблице 1*.

Как показывают данные, приведенные в *таблице 1*, для обеих моделей точка баланса и оптимальный порог отсечения совпадают. Для первой модели это 0,2. Для второй – 0,26.

На основании полученных данных можно построить график ROC-кривой.

При его построении для каждого значения порога отсечения, которое меняется от 0 до 1 с установленным шагом (например, 0,2), рассчитываются значения чувствительности и специфичности. График зависимости строится следующим образом: по оси Y откладывается чувствительность S_e , по оси X – $100\% - S_p$ (100% минус специфичность)⁶.

Чем выше качество модели, тем больше будет изгиб кривой, и она ближе к верхнему левому углу графика. И, наоборот, чем ближе кривая расположена к диагонали, тем хуже качество построенной модели.

³ Ильшев А.М., Шубат О.М. Многомерная классификация данных: особенности методики, анализ практики и перспектив применения // Вопросы статистики № 10. 2010. С. 35.

⁴ Паклин Н. Логистическая регрессия и ROC-анализ – математический аппарат / URL: <http://www.basegroup.ru/library/analysis/regression/logistic/>

⁵ Ильшев А.М., Шубат О.М. Возможности углубления статистического изучения малого предпринимательства // Вопросы статистики. 2009. № 2 С. 8–17.

⁶ Davis J., Goadrich M. The Relationship Between Precision-Recall and ROC Curves // Proc. Of 23 International Conference on Machine Learning. Pittsburgh. PA. 2006.

Т а б л и ц а 1

Значения чувствительности и специфичности моделей

Порог классификации	S_e , в %	S_p , в %	$S_p + S_e$, в %	$ S_e - S_p $, в %
<i>Модель стадии допуска инвестора</i>				
0,1	100,00	69,23	169,23	30,77
0,2	87,50	84,48	171,98	3,02
0,3	81,25	86,54	167,79	5,29
0,4	56,25	90,38	146,63	34,13
0,5	56,25	94,23	150,48	37,98
0,6	56,25	94,23	150,48	37,98
0,7	37,50	98,08	135,58	60,58
0,8	37,50	100,00	137,50	62,50
0,9	31,25	100,00	131,25	68,75
<i>Модель стадии функционирования инвестора</i>				
0,1	100,00	46,15	146,15	53,85
0,2	81,25	67,31	148,56	13,94
0,26	75,00	78,85	153,85	3,85
0,3	68,75	80,77	149,52	12,02
0,4	50,00	92,31	142,31	42,31
0,5	50,00	92,31	142,31	42,31
0,6	50,00	92,31	142,31	42,31
0,7	0,00	100,00	100,00	100,00

Для большей точности и получения количественного показателя оценки качества модели вычисляют площадь под *ROC*-кривой (*Area Under Curve*). Значение показателя *AUC* позволяет (см. табл. 2) охарактеризовать предсказательную способность первой модели как очень хорошую, второй – как хорошую. Значения показателя площадей под *ROC*-кривыми являются статистически значимыми.

Таким образом, используя инструментарий логистической регрессии, можно оценить эффективность применяемых инструментов стимулирования иностранных инвесторов в конкретном регионе.

**Экономический анализ результатов
применения логистической регрессии**

По нашему мнению, в наибольшей степени *соответствует ожиданиям инвесторов*, находящихся на стадии допуска, инвестиционная политика регионов, перечень которых приведен в таблице 3. Вероятность увеличения потоков ПИИ для этих регионов составляет более 50%. Здесь следует *особенно подчеркнуть*, что в данном случае и далее речь идет об увеличении потоков ПИИ, обусловленном ис-

ключительно эффективностью (в нашем случае это соответствие ожиданиям иностранных инвесторов) проводимой в регионе инвестиционной политикой. Тем не менее, несмотря на важность проводимой инвестиционной политики, она, безусловно, не является единственно определяющим фактором, обуславливающим потоки иностранных инвестиций в регион.

Т а б л и ц а 2

Площади под ROC-кривой

Модель	Показатель AUC (площадь под кривой)	Стандартная ошибка	Асимптотическая значимость
Модель стадии допуска инвестора	0,813	0,078	0,001
Модель стадии функционирования инвестора	0,762	0,085	0,005

Т а б л и ц а 3

Регионы, вероятность увеличения потоков ПИИ для которых более 50%

Субъект РФ	Вероятность увеличения потоков ПИИ	Предсказанная группа	Фактическая группа
Амурская область	0,99993	1	1
Архангельская область	0,99993	1	1
Томская область	0,99968	1	1
Новгородская область	0,99634	1	1
Еврейская АО	0,95669	1	1
Сахалинская область	0,82561	1	1
Липецкая область	0,77665	1	0
Республика Карелия	0,75219	1	1
Республика Коми	0,75219	1	1
Республика Хакасия	0,75219	1	1
Курганская область	0,63304	1	0
Кемеровская область	0,61357	1	0

Как следует из *таблицы 3*, Липецкая, Курганская и Кемеровская области проводят достаточно эффективную политику в отношении иностранных инвесторов, однако, соответствующей реакции с их стороны (увеличения инвестиционных потоков) пока не произошло.

В *таблице 4* приведен перечень регионов, для которых вероятность устойчивого роста инвестиционных потоков составляет более 50%, т.е. инструменты, используемые в рамках инвестиционной политики данных регионов, в основном соответствуют ожиданиям инвесторов, находящихся на стадии функционирования.

Данные *таблицы 4* свидетельствуют, что инвестиционная политика Алтайского края, Чувашской Республики, Удмуртской Республики, Тюменской области соответствует ожиданиям инвесторов, находящихся на стадии функционирования. Тем не менее, фактически устойчивый рост ПИИ в данных регионах отсутствует.

Одной из причин подобной ситуации может являться то, что *очень часто* в российских регионах инвестиционная политика в отношении иностранных инвесторов формируется либо интуитивно, либо за образец берется инвестиционная политика, проводимая в «успешном» регионе, в надежде повторить историю его успеха. Тем не менее, не всегда история успеха может быть адаптирована к конкретному региону (например, инструментарий инвестиционной политики в данном регионе не соответствует целевой аудиторией).

Таким образом, используемый инструментарий бинарной логистической регрессии позволил не только выявить, но и количественно описать

Т а б л и ц а 4

Регионы, вероятность устойчивого роста ПИИ для которых более 50%

Субъект РФ	Вероятность устойчивого роста ПИИ	Предсказанная группа	Фактическая группа
Калининградская область	0,78588	1	1
Алтайский край	0,78588	1	0
г. Санкт-Петербург	0,78588	1	1
Нижегородская область	0,78588	1	1
Самарская область	0,78588	1	1
Республика Татарстан	0,78588	1	1
Саратовская область	0,78588	1	1
Чувашская Республика	0,78588	1	0
Сахалинская область	0,58999	1	1
Псковская область	0,58999	1	1
Удмуртская Республика	0,58999	1	0
Тюменская область	0,58999	1	0

наиболее существенные индикаторы, детерминирующие процесс притока ПИИ на различных стадиях инвестиционного цикла. Как следует из результатов проведенного исследования, иностранные инвесторы *на различных стадиях инвестиционного цикла отдают предпочтение разным инструментам* инвестиционной политики.

На стадии допуска иностранных инвесторов основой для принятия решения об инвестировании является ресурсный фактор. Тем не менее,

толчком для ускорения притока ПИИ в российских регионах являются в основном методы фискального стимулирования. Кроме того, устойчивое влияние на этот процесс имеет наличие гарантий администрации региона, представляемый иностранным инвесторам, и качество правовой среды.

На этапе функционирования инвестор смещает свои приоритеты, уделяя больше внимания совершенности бизнес-среды региона, качеству административного процесса и заинтересованности администрации региона в ПИИ. Влияние финансового и налогового стимулирования на данном этапе перестает быть приоритетным для инвестора.