

РАНЖИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО РИСКА В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ *

© 2021 **Олейник Елена Борисовна**

доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры
Дальневосточный федеральный университет, Россия, Владивосток
E-mail: oleynik.eb@dvfu.ru

© 2021 **Захарова Алена Петровна**

кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры
Дальневосточный федеральный университет, Россия, Владивосток
E-mail: zakharova.ap@dvfu.ru

© 2021 **Юрченко Елена Григорьевна**

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры
Дальневосточный федеральный университет, Россия, Владивосток
E-mail: yurchenko.eg@dvfu.ru

В статье анализируются темпы прироста инвестиций в Дальневосточном федеральном округе. Определены и сгруппированы факторы риска инвестиций. С использованием метода анализа иерархий Саати проведено ранжирование факторов риска. Установлено, что основными факторами являются слабый уровень развития транспортной и энергетической инфраструктуры, а также дефицит квалифицированных кадров. Ранжирование факторов риска определило приоритетность и основное направление инвестиций в Дальневосточном регионе.

Ключевые слова: инвестиции, метод анализа иерархий, инвестиционные риски, ранжирование факторов

Введение. Одной из задач Государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона» (2014–2025) является привлечение инвестиционных и трудовых ресурсов, и содействие реализации инвестиционных проектов на Дальнем Востоке [8]. Для этого в регионе созданы и функционируют 22 территории опережающего социально-экономического развития, в рамках которых реализуются более 2000 инвестиционных проектов. Основной объем инвестиционных вложений приходится на проекты, реализуемые на территории пяти субъектов ДФО: Республика Саха (Якутия), Амурская и Сахалинская области, Хабаровский и Приморский края, совокупная доля которых в накопленных инвестициях ДФО составляет 75,8%. Однако среднегодовые темпы прироста инвестиций (табл. 1) падают почти во всех субъектах региона, кроме Сахалинской области.

По данным «Восточного центра государ-

ственного планирования» (ФАНУ «Востокгосплан») кумулятивный индекс физического объема инвестиций в основной капитал за период до 2024 г. составит 118,0% к уровню 2020 года, что ниже, чем в целом по стране (РФ – 121,2%), при среднегодовом приросте на 4,3% (РФ – 4,9%).

Регионы ДВФО заметно отличаются как по площади территории (здесь находятся 6 наиболее крупных по площади субъектов РФ), так и по плотности населения (четыре из пяти регионов с наименьшей плотностью населения — это субъекты ДВФО). Подобная специфика формирует более высокие в сравнении со среднероссийскими потребности в бюджетных расходах на душу населения — обеспечении продовольствием и топливом отдаленных территорий, поддержке необходимого уровня медицины и образования. Все это требует значительных расходов в сфере транспортной и энергетической инфраструктуры и увеличивает риски долгосрочных инвестиций.

* Работа подготовлена в рамках гранта РФФИ № 19–010–00085 «Комплексная оценка структурной динамики экономической системы Дальневосточного региона на основе моделирования результатов стратегических инвестиционных проектов»

Таблица 1. Среднегодовые темпы прироста инвестиций в ДВФО, % *

Регион	добыча полезных ископаемых			обрабатывающие производства			производство и распределение электроэнергии, газа и воды			темпы роста объема инвестиций в основной капитал 2021/2020 (оценка)
	2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020	
Амурская область	21	9,7	7,4	29,4	16	11,7	18,6	9,9	7,7	71,8
Республика Бурятия	12,5	11	9	12,1	11,4	10,5	12,3	12	10,6	108,7
Еврейская АО	-0,6	6,6	6,5	17,1	13,1	9,2	9,9	9	6,8	137,3
Забайкальский край	3,7	3,2	3,1	10,8	11,2	8,5	4	5,8	5	127
Камчатский край	2,3	5,2	5,1	7	8,7	7,2	2,8	2,4	2,1	104,9
Магаданская область	10,4	7,1	6,4	19,9	17,5	14,1	9,9	7,2	6,6	121,8
Приморский край	9	21,9	21,2	8,1	11,6	10,1	27	32,9	28,7	124,6
Республика Саха (Якутия)	9,8	7,4	7,5	25,6	15,6	10,5	10,3	7,6	7	130,7
Сахалинская область	-3,9	-1,3	2	22,1	3,6	2,5	-0,2	-0,8	1,1	128,5
Хабаровский край	10,6	8,7	7,5	17,4	13,6	10,4	8,2	9,3	7,1	118,1
Чукотский АО	19,2	11,3	8,8	27,7	18,9	13,6	19	10,7	7,7	118,0

* Источник:[9]

Под инвестиционным риском обычно понимают риск возникновения непредвиденных финансовых потерь в процессе инвестиционной деятельности. В работе [2] это определение уточняется: инвестиционный риск — это инструмент ограничения эффективности предпринимательской деятельности, обусловленный действием внутренних и внешних факторов, институциональными и инфраструктурными ограничениями инвестиционной активности в рамках рассмотрения конкретной территории. Следовательно, для анализа и оценки инвестиционного риска необходимо выявить и ранжировать факторы риска, присущие конкретной территории.

Для решения данной задачи был использован метод анализа иерархий Саати (МАИ) — математический инструмент системного подхода к решению задачи расстановки приоритетов и/или ранжирования. Рассмотрим основные этапы использования этого метода [6].

Первый этап: построения иерархической схемы, на верхнем уровне которой обозначена цель, на нижнем уровне факторы (задачи), которые приводят к достижению цели. Одним из направлений применения МАИ является ранжирование факторов по степени важности для достижения поставленной цели.

Второй этап: построение матриц парных сравнений. При проведении попарных сравнений элементов иерархии требуется получить от-

вет на следующий вопрос: какой из них важнее или имеет большее воздействие на каждый элемент более высокого уровня иерархии? Для оценок важности объектов на каждом уровне иерархии в МАИ используется шкала отношений. В соответствии с этой шкалой при сравнении двух объектов в качестве оценки используется одно из чисел в интервале от 1 до 9. Подробная информация о заполнении матриц попарных сравнений представлена в [1, 5]. Для заполнения матриц попарных сравнений должна быть организована экспертная группа. В итоге результаты парных сравнений представляются в виде квадратной матрицы $A = (a_{ij})$ с единичной диагональю (сравнение фактора самого с собой равно единице), которая называется матрицей суждений. Здесь a_{ij} означает отношение оценок соответствующих элементов; индексы i и j изменяются от единицы до величины n , равной количеству факторов данного уровня иерархии.

Суть обработки матрицы заключается в разложении: $A \approx W \cdot Z$, где $Z = \left(\frac{1}{W_1}, \dots, \frac{1}{W_n}\right)$. Цель — определение весовых коэффициентов, компонент вектора приоритетов $W = (W_1, \dots, W_n)$, что позволяет ранжировать факторы по степени значимости [4]. Вычисление компонент вектора приоритетов можно осуществить несколькими способами. Одним из возможных подходов к аппроксимации вектора весов является вычисление собственного вектора матрицы парных сравнений, который равен соответствующе-

му максимальному собственному числу. Также можно использовать среднее геометрическое элементов каждой строки матрицы A . Так как элементы вектора W являются весами, то их сумма должна быть равна единице. Для этого вектор приоритетов нормализуют.

Третий этап: проверка согласованности экспертных оценок, то есть однородности логических суждений экспертов при заполнении матриц попарных сравнений.

Процедура МАИ располагает встроенным критерием качества работы эксперта — индексом согласованности (ИС), который дает информацию о степени нарушения численной (кардинальной) и транзитивной (порядковой) согласованности экспертных суждений [4,7]. Индекс согласованности вычисляется по формулам (1–2).

$$I_{с} = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$\lambda = e^T * A * W \quad (2)$$

где n — количеству факторов данного уровня иерархии; e^T — транспонированный единичный вектор-столбец длиной n ; A — матрица суждений, W — нормализованный вектор приоритетов.

Качество работы экспертов оценивается с помощью отношения согласованности (формула 3)

$$OC = \frac{M(ИС)}{cc} 100\% \quad (3)$$

где $M(ИС)$ — математическое ожидание индекса согласованности, вычисленное для экспериментальной выборки матриц парных сравнений, заполненных случайным образом. Оценки в матрице считаются согласованными, если $OC \leq 10-15\%$. В некоторых случаях, когда рассматривается зависящая от большого количества факторов система, верхняя граница устанавливается равной 20%.

Четвертый этап: иерархический синтез.

Из нормализованных векторов приоритетов для каждого уровня иерархии составляются матрицы. Затем из них, путем иерархического синтеза, т.е. перемножения этих матриц, начиная с уровня иерархии — «Факторы» до уровня иерархии — «Цель», получают вектор приоритетов $V = (V_1, \dots, V_n)$, элементы которого ранжируются по убыванию. Элементы вектора приоритетов $\{V_i\}_{i=1}^n$ являются весами, позволяющими оце-

нить «важность», каждого элемента определенного уровня иерархии для достижения целей, а ранги указывают на приоритеты.

К основным преимуществам МАИ относится то, что, во-первых, экспертам требуется производить сравнение только двух факторов, причем на качественном уровне. При этом факторы являются статистически независимыми. А, во-вторых, наличие шкалы Саати, которая переводит качественный показатель «степень важности» в количественный. Применение МАИ не зависит от сферы деятельности, в которой принимается решение. Поэтому метод является универсальным, его применение позволяет организовать систему поддержки принятия решений [3]. К недостаткам метода можно отнести построение и обработку большого числа матриц суждений, их число равно сумме элементов иерархии на всех уровнях, кроме самого нижнего, а также оценку согласованности мнений экспертов.

Результаты и обсуждение. На рис. 1 представлена иерархическая схема выделенных факторов риска инвестиций в ДВФО.

Иерархическая схема двухуровневая: первый уровень составили основные группы риска, второй — им соответствующие альтернативы (в терминах МАИ), то есть факторы, которые и требуется ранжировать по степени важности. В связи с большой площадью субъектов ДВФО, факторы развития инфраструктуры выделены в отдельную группу риска.

Для ранжирования объектов иерархии по степени значимости была организована экспертная группа в количестве пяти человек, в которую вошли ведущие специалисты Школы экономики и менеджмента Дальневосточного федерального университета. Экспертами, с помощью парных сравнений с использованием шкалы Саати, были заполнены четыре матрицы суждений. Вектор приоритетов W для всех матриц рассчитывался как среднее геометрическое элементов каждой строки, а затем был нормализован:

Матрица A — матрица первого уровня (табл. 2), размером 3×3 , в которой отражена степень влияния выделенных экономических (X_1), экзогенных (X_2) и инфраструктурных групп факторов (X_3) на инвестиционные риски (Y).

Матрицы второго уровня, размером 9×9 , в которых отражена степень важности влияния каждого из экономических ($X_{11}-X_{13}$), экзогенных ($X_{21}-X_{23}$) и инфраструктурных факторов ($X_{31}-X_{33}$) на группы.

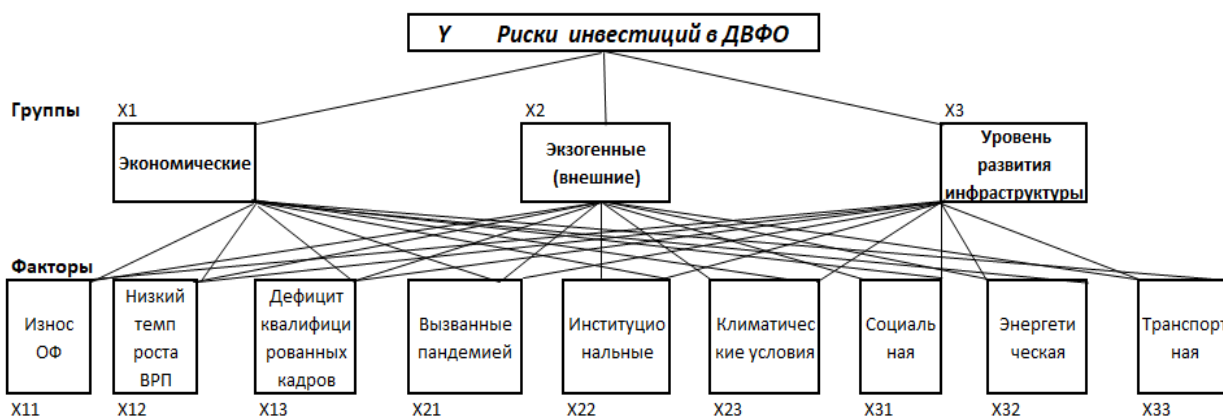


Рис. 1. Иерархическая схема факторов инвестиционных рисков ДВФО

Таблица 2. Матрица А

У	X1	X2	X3	W _A	W _A норм
X1	1	0,111111	0,25	0,302853	0,059247
X2	9	1	7	3,979057	0,778416
X3	4	0,142857	1	0,829827	0,162337

$\lambda = 3,145$

ИС = 0,072

ОС = 12,5%

Таблица 3. Матрица В1

X1	X11	X12	X13	X21	X22	X23	X31	X32	X33	W эконом	W _n эконом
X11	1	0,2	0,167	7	8	7	0,25	0,333	0,333	0,894	0,072
X12	5	1	0,167	7	7	4	0,25	0,200	0,2	1,056	0,085
X13	6	6	1	7	5	6	0,5	0,333	0,333	1,956	0,157
X21	0,143	0,143	0,143	1	8	5	0,25	0,125	0,2	0,448	0,036
X22	0,125	0,143	0,2	0,13	1	4	0,333	0,250	0,2	0,314	0,025
X23	0,143	0,25	0,167	0,2	0,25	1	0,5	0,143	0,5	0,280	0,022
X31	4	4	2	4	3	2	1	0,333	0,5	1,714	0,138
X32	3	5	3	8	4	7	3	1	0,5	2,913	0,234
X33	3	5	3	5	5	3	2	2	1	2,877	0,231

$\lambda = 11,417$

ИС = 0,302

ОС = 20%

Матрица В1 отражает степень важности влияния каждого из факторов на риски относительно экономических показателей — группа X1 (табл. 3).

Матрица В2 отражает степень важности влияния каждого из факторов на риски относительно внешних (экзогенных) показателей — группа X2 (табл. 4).

Матрица В3 отражает степень важности влияния каждого из факторов на риски относительно группы показателей инфраструктуры — группа X3 (табл. 5).

Отношение согласованности (ОС) для всех

матриц парных сравнений оказалось меньше 20%, что подтверждает однородность логических суждений при их заполнении.

В результате иерархического синтеза получены факторы, которые определяют степень риска при реализации инвестиционных проектов в ДВФО (табл. 6).

Результаты применения МАИ и ранжирования факторов риска инвестиционных проектов по степени значимости представлены в табл. 7. По результатам вычислений можно сделать вывод, что самый высокий риск связан проблемами в транспортной инфраструктуре.

Таблица 4. Матрица В2

X2	X11	X12	X13	X21	X22	X23	X31	X32	X33	W экзог	Wп экзог
X11	1	0,333	0,25	5	7	7	0,5	0,5	0,333	1,061	0,088
X12	3	1	0,1667	7	7	4	0,25	0,2	0,2	0,998	0,083
X13	4	6	1	7	5	6	0,5	0,333	0,333	1,870	0,156
X21	0,2	0,143	0,1429	1	8	8	0,25	0,25	0,333	0,560	0,047
X22	0,143	0,143	0,2	0,13	1	4	0,143	0,25	0,167	0,284	0,024
X23	0,143	0,25	0,1667	0,13	0,25	1	0,5	0,25	0,5	0,283	0,024
X31	2	4	2	4	7	2	1	0,333	0,5	1,744	0,145
X32	2	5	3	4	4	4	3	1	0,5	2,423	0,202
X33	3	5	3	3	6	3	2	2	1	2,774	0,237

$\lambda = 11,298$

ИС = 0,287

ОС = 19,8%

Таблица 5. Матрица В3

X3	X11	X12	X13	X21	X22	X23	X31	X32	X33	W инфр	Wп инфр
X11	1	0,333	0,25	9	8	8	0,25	0,25	0,2	0,945	0,076
X12	3	1	0,25	3	6	7	0,5	0,333	0,333	1,202	0,096
X13	4	4	1	3	5	8	0,5	0,333	0,333	1,680	0,135
X21	0,111	0,333	0,3333	1	4	4	0,167	0,143	0,333	0,488	0,039
X22	0,125	0,167	0,2	0,25	1	5	0,2	0,125	0,5	0,343	0,027
X23	0,125	0,143	0,125	0,25	0,2	1	0,25	0,2	0,25	0,224	0,018
X31	4	2	2	6	5	4	1	0,167	0,25	1,627	0,131
X32	4	3	3	7	8	5	6	1	0,5	3,147	0,253
X33	5	3	3	3	2	5	4	2	1	2,806	0,225

$\lambda = 11,194$

ИС = 0,274

ОС = 18,8%

Таблица 6. Иерархический синтез

Wп эконом	Wп экз	Wп инфрастр	×	W _A норм	=	V	Ранг	Факторы
0,072	0,088	0,076		0,059		0,084	6	X11
0,085	0,083	0,096		0,778		0,085	5	X12
0,157	0,156	0,135		0,162		0,153	3	X13
0,036	0,047	0,039				0,045	7	X21
0,025	0,024	0,027				0,024	8	X22
0,022	0,024	0,018				0,023	9	X23
0,138	0,145	0,131				0,143	4	X31
0,234	0,202	0,253				0,212	2	X32
0,231	0,237	0,225		0,230	1	X33		

Таблица 7. Ранжирование факторов риска инвестиционных проектов по степени значимости

Ранг	Факторы, в соответствии с иерархической схемой
1	X33 Низкий уровень развития транспортной инфраструктуры
2	X32 Недостаточный уровень развития энергетической инфраструктуры
3	X13 Дефицит квалифицированных кадров
4	X31 Низкий уровень развития социальной инфраструктуры
5	X12 Низкий темп роста ВРП
6	X11 Износ основных фондов
7	X21 Риск, вызванный пандемией covid-19
8	X22 Недостаточно проработанная институциональная поддержка
9	X23 Сложные климатические условия

Заключение. В результате применения метода анализа иерархий Саати, с одной стороны, установлены основные факторы риска, которые влияют на реализацию инвестиционных проектов в ДВФО. В первую очередь это слабый уровень развития транспортной и энергетической инфраструктуры, а также дефицит квалифицированных кадров. Увеличению рисков способствуют обострившиеся транспортно-логистические проблемы, вызванные ограничениями, связанными с пандемией covid-19. На фоне роста цен на контейнерные перевозки по Суэцкому каналу значительно вырос спрос на транзит через Транссиб и Дальний Восток, произошло изменение глобальных логистических цепочек, что привело к задержками до трех ме-

сяцев доставки грузов в контейнерах во всем регионе. Следовательно, требуется ускоренное развитие портовой и железнодорожной инфраструктуры ДВФО, наращивание мощностей и обновление основных фондов контейнерных терминалов в крупнейших портах ДВФО. Таким образом наблюдается мультипликативный эффект воздействия факторов риска.

С другой стороны, ранжирование факторов риска инвестиционных проектов, проведенное с помощью МАИ, «высветило» главную проблему в ДВФО — низкий уровень развития транспортной инфраструктуры, тем самым, определив приоритетность и обозначив основное направление инвестиций в Дальневосточном регионе.

Библиографический список

1. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 464 с.
2. Гринспен А. Карта и территория. Риск, человеческая природа и проблемы прогнозирования. — Москва: Альпина Паблишер, 2015. — 410с.
3. Иващенко А. О. Использование метода анализа иерархий в принятии решений // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2014. № 25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metoda-analiza-ierarhiy-v-prinyatii-resheniy> (дата обращения: 07.11.2021).
4. Коробов Владимир Борисович, Тутыгин Андрей Геннадьевич. Преимущества и недостатки метода анализа иерархий // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2010. № 122. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-nedostatki-metoda-analiza-ierarhiy> (дата обращения: 07.11.2021)
5. Романов В. Н. Системный анализ для инженеров. — СПб: СЗГЗТУ — 2006. — 186 с.
6. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.
7. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. Изд. 2-е. — Москва: ЛИБРОКОМ, 2009. — 357 с.
8. Федеральная целевая программа «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года» [Электронный ресурс] <https://urexpert.online/wp-content/uploads/2017/03/DVBR2025.pdf> (дата обращения: 14.10.2021)
9. Чичканов В. П., Бакланов П. Я., Белявская-Плотник Л. А., Мошков А. В. Реализация инвестиционных проектов с мультипликативным эффектом в регионах Дальнего Востока: доклад РАН// [Электронный ресурс] <https://www.irpr.ru/wp-content/uploads/2019> (дата обращения: 11.09.2020)