

СТАТЬИ

УДК 004:51-77:69.003

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИНВЕСТИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ С УЧЕТОМ
ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ**¹Айгумов Т.Г., ^{1,2}Мелехин В.Б.¹*Дагестанский государственный технический университет, Махачкала, e-mail: 915533@mail.ru;*²*Дагестанский государственный университет народного хозяйства, Махачкала*

Проведен анализ аналитических подходов к оценке инвестиционной привлекательности строительных проектов и региональной строительной отрасли, по результатам которого установлено, что они не учитывают имеющиеся у регионов потенциальные возможности, не вовлеченные в экономический оборот, использование которых позволяет их дальнейшее экономическое развитие. Разработана методика многокритериальной оценки инвестиционной привлекательности как отдельных строительных проектов, так и региональной строительной отрасли в целом, с учетом потенциальных возможностей региона, исследуемого на инвестиционную привлекательность. Предложена свертка, обеспечивающая переход от многокритериальной к однокритериальной задаче, когда часть критериев максимизируется, а часть из них минимизируется при ограничениях на значения ряда показателей в виде равенств. Показано, что для решения сформулированной задачи многокритериальной оптимизации на основе полученной свертки ее сведения к однокритериальной задаче удобно использовать метод неопределенных коэффициентов Лагранжа. Разработаны инструментальные средства принятия решений, позволяющие учитывать коммерческие риски, связанные с реализацией различных инвестиционных строительных проектов и выбирать наиболее эффективные из них. Предложенный подход позволяет определять потенциальные возможности развития строительной отрасли в различных регионах страны с учетом перспектив их дальнейшего экономического развития, а также проводить оценку эффективности инвестиционных строительных проектов с учетом рисков, обеспечивающих инвестору возможность распределения имеющихся у него средств между различными проектами и минимизировать на этой основе свои потери.

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, строительный проект, строительная отрасль, показатель эффективности, многокритериальная оптимизация

**MULTI-CRITERIA ESTIMATION OF EFFICIENCY OF INVESTMENT PROJECTS
TAKING INTO ACCOUNT THE DEVELOPMENT POTENTIALS OF THE REGIONS**¹Aygumov T.G., ^{1,2}Melekhin V.B.¹*Dagestan State Technical University, Makhachkala, e-mail: 915533@mail.ru;*²*Dagestan State University of National Economy, Makhachkala*

The analysis of analytical approaches to assessing the investment attractiveness of construction projects and the regional construction industry, the results of which found that they do not take into account the potential of the regions, not involved in economic turnover, the use of which allows their further economic development. The method of multi-criteria assessment of investment attractiveness of both individual construction projects and the regional construction industry as a whole is developed, taking into account the potential of the studied region for investment attractiveness. The convolution providing transition from multi-criteria to single-criteria problem when part of criteria is maximized, and part of them is minimized at the set functional restrictions in the form of equalities is offered. It is shown that it is convenient to use the method of indefinite Lagrange coefficients to solve the formulated problem of multicriteria optimization on the basis of the obtained convolution of its reduction to a single-criteria problem. Decision-making tools have been developed to take into account the commercial risks associated with the implementation of various investment construction projects and to choose the most effective ones. The proposed approach allows to determine the development potential of the construction industry in various regions of the country, taking into account the prospects for their further economic development, and assess the effectiveness of investment construction projects based on risk, providing the investor with the opportunity of distribution of available funds between the various projects and to minimize on this basis their losses.

Keywords: investment attractiveness, construction project, construction industry, performance indicator, multi-criteria optimization

Одной из актуальных задач эффективного социально-экономического развития регионов страны является оценка инвестиционной привлекательности различных отраслей их реального сектора экономики. В первую очередь это относится к строительной сфере, являющейся локомотивом проведения инфраструктурных преобразований и создания основных производ-

ственных фондов в различных сферах экономики, обеспечивающих устойчивое экономическое развитие регионов. Однако используемые в настоящее время методы расчета показателей инвестиционного потенциала и привлекательности различных отраслей реального сектора экономики обладают рядом недостатков, которые не позволяют получить адекватную оценку

инвестиционной привлекательности строительной сферы и показать ее роль в социально-экономическом развитии регионов. К основным таким методам расчета следует отнести [1, 2]:

– оценку инвестиционной привлекательности различных отраслей реального сектора экономики в регионе, определяемую объемами получаемой прибыли на основе вкладываемого в них капитала;

– определение инвестиционной привлекательности строительной сферы региона путем оценки объемов инвестиций, которые можно вложить в развитие пассивной части основных производственных фондов различных отраслей региональной экономики и на этой основе получить определенные объемы прибыли;

– расчет инвестиционной привлекательности строительной сферы региона как совокупность общественно-политических, природно-хозяйственных и психологических характеристик, сложившихся в данном секторе его экономики. В этом случае рассчитывается интегральная оценка инвестиционной привлекательности исследуемой отрасли региона, измеряемая по стобалльной шкале на основе ряда частных показателей, определяемых либо экспертным, либо аналитическим путем. На этой основе интегральная оценка состояния инвестиционной привлекательности строительной сферы региона определяется как средневзвешенная арифметическая величина значений принятых частных показателей, характеризующих ее текущее состояние.

Основным недостатком данных методов является то, что они не учитывают имеющиеся в регионе высокие потенциальные природные ресурсы, которые не задействованы в экономический оборот, но позволяющие при их использовании, а также снижении различного вида инвестиционных рисков получить достаточно высокие объемы прибыли. Например, в Республике Дагестан имеются природные ресурсы, не задействованные в экономический оборот, но позволяющие обеспечить высокий экономический рост региона за счет развития туристической отрасли [3] и гидроэнергетики [4], что также способствует эффективному развитию его строительной сферы.

Цель исследования: разработка методических положений проведения многокритериальной оценки эффективности инвестиционных строительных проектов (ИСП) и инвестиционной привлекательности региональной строительной сферы на основе использования различных показателей эф-

фективности с учетом перспективных отраслей экономического развития исследуемого региона в целом, его инвестиционного климата и высоких потенциальных природных ресурсов.

Методы исследования базируются на применении системного подхода к проведению экономического анализа потенциальных возможностей исследуемого региона и принятии оптимальных инвестиционных решений на основе многокритериальной оценки эффективности ИСП с учетом перспектив развития региональной строительной сферы в целом.

Оптимальная оценка инвестиционной привлекательности строительной сферы с учетом не использованных в экономическом обороте потенциальных возможностей региона

Проведенный анализ методов определения потенциальных возможностей экономического развития и инвестиционной привлекательности регионов и их отдельных отраслей экономики показывает, что для достоверной оценки эффективности реализуемых в них ИСП и перспектив развития строительной сферы в целом, целесообразно получить интегральный показатель, позволяющий:

– оценить инвестиционную привлекательность различных сфер экономики регионов по имеющемуся в текущий момент времени инвестиционному потенциалу и перспективам развития пассивной части основных производственных фондов;

– дополнить проводимый анализ интегральной оценкой инвестиционной привлекательности различных отраслей экономики региона с учетом оценки эффективности использования не задействованных в экономический оборот их высоких потенциальных природных ресурсов.

Для получения такой оценки следует рассмотреть и оценить эффективность различных перспективных ИСП, обеспечивающих возможность устойчивого экономического роста регионов. При решении данной проблемы следует исходить из стратегических направлений, обеспечивающих устойчивое экономическое развитие исследуемого региона с учетом как используемых, так и не используемых в текущий момент времени имеющихся потенциальных возможностей.

Пусть в регионе с учетом его потенциальных возможностей можно реализовать множество $P = \{p_i\}, i = 1, 2, \dots, n$ допустимых строительных проектов, а для инвестиционных вложений требуется определить наиболее эффективные из них. Учитывая,

что, как правило, в подавляющем большинстве случаев эффективность ИСП рассчитывается на основе системы оценочных показателей учитывающих «затраты», «стоимость реализации проекта», «время» [5, 6], а также «потенциал» и «инвестиционный климат в регионе», эффективность каждого проекта $p_i \in P$ будет определяться множеством различных локальных показателей эффективности, образующих вектор $\mathcal{E}_i = (\mathcal{E}_{i1}, \mathcal{E}_{i2}, \dots, \mathcal{E}_{in})$, включающий, например, чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности инвестиций, дисконтированный период окупаемости инвестиций, риски и другие критериальные показатели [7, 8]. Обеспечение оптимальных оценок данных показателей для наиболее значимых с точки зрения устойчивого экономического развития региона ИСП, можно интерпретировать как стратегические цели его развития и упорядочив, разбить на следующие три группы:

$\mathcal{E}_i(1) = (\mathcal{E}_{i1}, \mathcal{E}_{i2}, \dots, \mathcal{E}_{in1})$ – минимизируемые показатели;

$\mathcal{E}_i(2) = (\mathcal{E}_{in1+1}, \mathcal{E}_{in1+2}, \dots, \mathcal{E}_{in2})$ – максимизируемые показатели;

$\mathcal{E}_i(3) = (\mathcal{E}_{in2+1}, \mathcal{E}_{in2+2}, \dots, \mathcal{E}_{in})$ – показатели, принимающие определенные фиксированные значения.

Следовательно, под эффективными региональными ИСП будем понимать наиболее значимые с точки зрения обеспечения устойчивого экономического развития регионов проекты, для которых имеются все потенциальные возможности для получения оптимальных значений показателей входящих в систему оценки их рентабельности.

Для выявления таких проектов следует установить параметры анализируемых ИСП, чувствительные к выполняемым организационно-экономическим и организационно-техническим мероприятиям, связанным с их реализацией. Например, вкладываемые в течение заданного отчетного периода объемы инвестиций согласно финансовому плану, производственные мощности, используемые для реализации проекта и т.д. Назовем их параметрами управления и обозначим следующим образом $q_j \in Q$, $Q = (q_1, q_2, \dots, q_z)$. От данных параметров функционально зависят показатели эффективности ИСП, т.е. $\mathcal{E}_i = F_i(q_1, q_2, \dots, q_z)$.

На параметры управления, как правило, накладываются ограничения либо в соответствии с их максимальными значениями, которые они могут принимать с учетом имеющихся у региона потенциальных возможностей и оптимального управления их использованием, либо, исходя из предположения, что дальнейшее изменение того или

иного параметра управления практически не улучшает показатели эффективности. Обозначим данные ограничения следующим образом:

$$q_{j\min} \leq q \leq q_{j\max}, j = 1, 2, \dots, z. \quad (1)$$

Следовательно, зная предельные значения параметров управления $q_{j\min}, q_{j\max}$, можно определить допустимые граничные значения показателей эффективности для различных анализируемых ИСП:

$$\mathcal{E}_{i\min} \leq \mathcal{E}_i \leq \mathcal{E}_{i\max}.$$

Это, в свою очередь, позволяет в заданном множестве ИПС P установить варианты проектов, удовлетворяющие требованиям эффективности, или варианты проектов для которых выполняются следующие условия:

$$\mathcal{E}_i(1) \geq \mathcal{E}_{i\min}, i = 1, 2, \dots, n_1,$$

$$\mathcal{E}_i(2) \leq \mathcal{E}_{i0}, i = n_1 + 1, n_1 + 2, \dots, n_2, \quad (2)$$

$$\mathcal{E}_i(3) = \mathcal{E}_{i0}, i = n_2 + 1, n_2 + 2, \dots, n,$$

где текущее значение оценок показателей эффективности $\mathcal{E}_i(1), \mathcal{E}_i(2), \mathcal{E}_i(3)$ рассчитывается по их заданным аналитическим выражениям путем подстановки в них допустимых согласно ограничениям (1) значений параметров управления; \mathcal{E}_{i0} – запланированные оценки показателей эффективности, принимающих фиксированные значения.

Установленные согласно условиям (2) варианты ИСП образуют подмножество эффективных проектов $P_3, P_3 \subseteq P$, которые рекомендуется реализовать для устойчивого экономического развития региона. Для проведения дальнейшего анализа эффективности региональных ИСП для каждого проекта $p_i \in P_3$ необходимо определить такие значения параметров управления $q_j \in Q$, при которых показатели их эффективности принимают либо оптимальное, либо определенное фиксированное значение в соответствии с их содержанием. С этой целью для каждого варианта ИСП $p_i \in P_3$ формулируется задача многокритериальной оптимизации, которая свертывается к однокритериальной задаче на основе следующего интегрального показателя эффективности \mathcal{E}_i^* :

$$\mathcal{E}_i^* = \sum_{i=1}^{n1} \rho_i \beta_i \mathcal{E}_i(1) - \sum_{i=n1+1}^{n2} \rho_i \beta_i \mathcal{E}_i(2) \Rightarrow \max, \quad (3)$$

который оптимизируется с учетом функциональных ограничений следующего вида:

$$\mathcal{E}_i(3) = \mathcal{E}_{i0}, i = n_2 + 1, n_2 + 2, \dots, n, \quad (4)$$

где $\rho_i \beta_i$ – соответственно коэффициент значимости i показателя эффективности и ком-

мерческие риски, связанные с достижением его требуемого значения. Здесь риски β_i определяются экспертным путем как вероятности того, что в регионе могут произойти соответствующие им события негативно, влияющие на процесс реализации рассматриваемого ИСП [9], а коэффициенты значимости подбираются экспертным путем таким образом, чтобы они удовлетворяли следующим условиям [10]:

$$0 \leq \rho_i \leq 1; \sum_{i=1}^n \rho_i = 1.$$

Для решения сформулированной выше задачи многокритериальной оптимизации удобно использовать метод неопределенных коэффициентов Лагранжа [11, 12]. В этом случае сформулированная на основе интегрального показателя (3) и ограничений (4) функция Лагранжа будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_i^* = & \sum_{i=1}^{n_1} \rho_i \beta_i \mathcal{E}_i(1) - \sum_{i=n_1+1}^{n_2} \rho_i \beta_i \mathcal{E}_i(2) + \\ & + \sum_{i=n_2+1}^n \lambda_i (\mathcal{E}_{i0} - \mathcal{E}_i(3)) \Rightarrow \max, \end{aligned} \quad (5)$$

где λ_i – неопределенные коэффициенты Лагранжа.

После решения для каждого проекта $p_i \in P_3$ на основе функции Лагранжа (5) сформулированной выше многокритериальной оптимизационной задачи, за наиболее эффективный в регионе ИСП принимается такой проект, для которого интегральный показатель \mathcal{E}_i имеет наибольшее значение. После определения интегральных оценок эффективности различных вариантов ИСП $p_i \in P_3$ можно вычислить перспективную усредненную инвестиционную привлекательность строительной сферы региона следующим образом:

$$\mathcal{E}_{CP} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i^*. \quad (6)$$

Используя интегральную оценку (6), инвестиционную привлекательность строительной сферы региона (обозначим ее через P) можно определить на основе следующей пары:

$$P = \langle K, \mathcal{E}_{CP} \rangle,$$

где K – интегральная оценка состояния инвестиционного климата исследуемого региона определяемая по методике, приведенной в [13].

Тогда строительная отрасль в регионе S_1 обладает большей инвестиционной привлекательностью, чем в регионе

S_2 , если выполняется следующее векторное неравенство:

$$P(S_1) \geq P(S_2),$$

в котором имеет место хотя бы одно строгое неравенство. Например, когда для оценок инвестиционного климата $K(S_1)$ и $K(S_2)$ сравниваемых между собой регионов S_1 и S_2 выполняется строгое неравенство $K(S_1) > K(S_2)$.

Сравниваемые между собой строительные отрасли различных регионов имеют одинаковую инвестиционную привлекательность, если для них выполняется условие:

$$P(S_1) = P(S_2).$$

Если условия векторного неравенства не выполняются для сравниваемых между собой регионов S_1 и S_2 , т.е. имеет место, например, условие $K(S_1) > K(S_2)$, а $\mathcal{E}_{CP}(S_1) < \mathcal{E}_{CP}(S_2)$, то они являются несравнимыми по инвестиционной привлекательности и инвестору для решения задачи выбора следует отдать предпочтение одному из них, либо по жребию, либо принять для сравнения дополнительные показатели эффективности ИСП.

Методика учета коммерческих рисков, связанных с реализацией различных инвестиционных строительных проектов

Следует отметить, что предложенная методика оптимальной оценки эффективности ИСП предусматривает учет коммерческих рисков β_i . Как правило, коммерческие риски, связанные с реализацией инвестиционных строительных проектов, определяются вероятностью потери прибыли в результате непредвиденных изменений в инвестиционной среде региона. В этой связи инвестору целесообразно распределить имеющиеся у него средства между различными эффективными ИСП $p_i \in P_3$ на основе критериев минимизации коммерческих рисков и максимизации получаемой прибыли [14].

Для анализа и учета степени коммерческого риска в процессе инвестиционной деятельности предлагается использовать следующую методику. Допустим, инвестор для минимизации рисков принимает решение о целесообразности вложения средств в реализацию $j = 1, 2, \dots, m$ инвестиционных строительных проектов, предусматривающих развитие в регионе $i_j = 1, 2, \dots, k_j$ видов реальных секторов экономики.

Введем следующие обозначения: c_{ij} – затраты, связанные с реализацией i проекта в j отрасли экономики региона; s_{ij} – получаемая инвестором прибыль после реализации

i проекта в j отрасли экономики региона; $\beta_{ij} \in [0,1]$ – риски, связанные со снижением ожидаемого спроса на продукцию, которую планируется выпускать после реализации i проекта в j отрасли экономики региона; C – имеющиеся у инвестора средства.

Используя принятые выше обозначения, определим недополучаемую инвестором прибыль Δs_j при возникновении в j отрасли региона рисков, связанных с реализацией инвестиционных строительных проектов:

$$\Delta s_j = \sum_{i=1}^{k_j} s_{ij} - \sum_{i=1}^{k_j} \beta_{ij} s_{ij},$$

при условии, что: $\sum_{j=1}^m C_j \leq C$, где C_j – вкладываемые инвестором средства в развитие

j отрасли экономики региона, $C_j = \sum_{i=1}^{n_j} c_{ij}$;

n_j – количество проектов, выбранных инвестором в j сфере экономики.

При этом инвестору необходимо найти такие проекты $p_{ji} \in P_{\Omega}$ в каждой j сфере экономики региона, при реализации которых недополучаемая прибыль и суммарные риски принимают минимальные значения, т.е.

$$\Delta s = \sum_{j=1}^m \Delta s_j \rightarrow \min;$$

$$\beta = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \beta_{ij} s_{ij} \rightarrow \min;$$

$$\sum_{j=1}^m C_j \leq C. \quad (7)$$

Решение оптимизационной задачи (7) позволяет инвестору получить максимально возможную прибыль и минимизировать риски в результате оптимального распределения имеющихся у него средств между различными ИСП.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать следующие основные выводы.

1. Разработанная в статье многокритериальная методика оценки эффективности инвестиционных строительных проектов позволяет определять потенциальные возможности развития региональ-

ной строительной отрасли с учетом как задействованных, так и не задействованных в экономический оборот имеющихся в регионах природных ресурсов.

2. Предложенная в работе методика минимизации суммарных коммерческих рисков, связанных с реализацией инвестиционных строительных проектов, позволяет инвестору распределять имеющиеся у него средства между различными ИСП и формировать на этой основе инвестиционный портфель, обеспечивающий ему получение максимально возможной прибыли за счет минимизации потерь, возникающих в результате проявления в инвестиционной строительной среде регионов форс-мажорных обстоятельств.

Список литературы

1. Петров И.В. Обзор методик оценки инвестиционной привлекательности регионов // Молодой ученый. 2017. № 23. С. 57–61.
2. Бариев И.М. Современные подходы к оценке инвестиционной привлекательности предприятий // Транспортное дело России. 2019. № 1 (140). С. 89–91.
3. Амирханов М.М. Природные рекреационные ресурсы. М.: Наука, 1977. 237 с.
4. Гамзатов Т.Г. Управление реализацией инвестиционно-строительных проектов в гидротехническом строительстве. М.: ИД «Экономическая газета», ИТКОР, 2012. 340 с.
5. Боди Э., Кейн А., Маркус А. Принципы инвестиций. 4-е изд. / Пер. с англ. М.: Вильямс, 2002. 984 с.
6. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М.: «Поли Принт Сервис», 2015. 1300 с.
7. Киреев Р.О. Рентабельность инвестиций в строительстве // Эксперт. 2015. № 4. С. 38–43.
8. Шульгин Е.В. Определение эффективности инвестиционных проектов в строительстве // Молодой ученый. 2018. № 28 (214). С. 40–45.
9. Абдурахманов Д.Б., Дуллаева Р.М., Мелехин В.Б. Методика интегральной оценки инвестиционных рисков строительного предприятия с нечеткой логикой обработки экспертных данных // Экономика строительства. 2014. № 4. С. 34–39.
10. Коробов В.Б. Сравнительный анализ методов определения весовых коэффициентов «влияющих факторов» // Социология. 2005. № 20. С. 12–20.
11. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. В 2-х книгах, кн. 1. М.: МЦНМО, 2011. 619 с.
12. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. В 2-х книгах, кн. 2. М.: МЦНМО, 2011. 433 с.
13. Александров Г.А., Вякина И.В., Скворцова Г.Г. Инвестиционный климат региона: сущность и составляющие // Российское предпринимательство. 2012. № 16 (214). С. 98–103.
14. Мелехин В.Б., Айгумов Т.Г., Гамзатов А.Я. Выбор эффективных инвестиционных строительных проектов с учетом рисков инвестиционной строительной среды // Экономика строительства. 2019. № 2 (56). С. 40–49.