

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В КОНТЕКСТЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Е.Б. Кибалов<sup>1</sup>, Д.Д. Шибикин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, г. Новосибирск,

<sup>2</sup> Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

В статье в терминах концептуального проектирования рассматривается актуальная проблема системной оценки крупномасштабных инвестиционных проектов в ситуации невероятностной неопределенности. Приводится экономико-математическая модель оценки, трактуемая как стратегическая игра инвестора с «природой», под которой понимается институциональная среда России. В качестве информационной базы оценки используются экспертные суждения, а для компьютерной поддержки процедур оценки выбора наиболее предпочтительных инвестиционных решений применяются ИТ-технологии. Практическое использование соответствующей методики иллюстрируется на примере оценки сравнительной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов, намечаемых к реализации в качестве средств транспортного обеспечения ориентации торгово-экономических связей России со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, а также национальной безопасности собственной страны в Арктике и на Дальнем Востоке.

*Ключевые слова:* концептуальное проектирование, неопределенность, крупномасштабные железнодорожные проекты, теория стратегических игр, восточный вектор развития России, средства компьютерной поддержки инвестиционных решений.

Концептуальное (инфологическое) проектирование – построение семантической модели предметной области, то есть информационной модели наиболее высокого уровня абстракции [1]. Семантическая модель в инвестиционном анализе и проектировании служит для отображения как среды проекта, так и проектируемого объекта. Предлагаемая ниже модель разработана в качестве универсальной, хотя в заключительной части статьи работа с моделью для оценки сравнительной эффективности конкретных инвестиционных проектов иллюстрируется на крупномасштабных железнодорожных проектах (далее – КИП).

Конкретный вид и содержание концептуальной модели оценки КИП определяется выбранным для этого понятийным аппаратом. В нашем случае

для содержательного анализа проблемы оценки используется «неосистемный» подход [2], а для формализованного – модель теории стратегических игр Инвестора (оперирующего игрока) с «природой» (средой КИП), поведение которой неопределенно в невероятностном смысле.

### Выбор КИП при неопределенном сценарии

Подчеркнем: главное предположение этой модели выбора – отсутствие у внешней среды как второго оперирующего игрока собственной цели: «природа» не дружественна и не враждебна, но плохо предсказуема.

Выбор альтернативы осуществляется на основании предварительно построенных оценок  $f(x,y)$  каждой альтернативы  $x$  в условиях каждого сценария  $y$ <sup>1</sup>. Предположим, что множества  $X$  и  $Y$  конечны:

$$X = \{x_1, \dots, x_m\}, Y = \{y_1, \dots, y_n\}.$$

Положим  $u_{ij} = f(x_i, y_j)$ . Тогда результаты оценивания альтернатив можно свести в *оценочную матрицу*  $A = (u_{ij})$  размерности  $m \times n$ . Элементы этой матрицы являются оценками (по интеграль-

<sup>1</sup> Процедура построения оценок  $f(x, y)$  с помощью дерева целей описана нами, например, в [3, с. 13–14].

ному критерию) исходов, соответствующих всем возможным парам «альтернатива – сценарий». Профилем оценок стратегии  $x_i$  называют вектор  $(u_{i1}, \dots, u_{in})$ .

Приведём самые употребительные критерии выбора предпочтительной альтернативы  $x_{i^*}$  (или, что то же самое, номера  $i^*$ ) по оценочной матрице [4]. В ситуации радикальной неопределённости, когда оценки вероятностей сценариев неизвестны или не учитываются, применяют следующие критерии теории принятия решений [5].

1. Правило Гурвица с параметром  $\lambda \in [0, 1]$ :

$$i^* \in \text{Arg max}_i [\lambda \min_j u_{ij} + (1 - \lambda) \max_j u_{ij}]. \quad (1)$$

Здесь параметр  $\lambda$  можно интерпретировать как меру осторожности лица, принимающего решение. Для каждой стратегии легко определить промежуток (возможно, пустой) значений  $\lambda$ , при которых она является наилучшей по правилу Гурвица. Частными случаями правила Гурвица являются правило Вальда ( $\lambda = 1$ ) и правило «крайнего оптимизма» ( $\lambda = 0$ ).

2. Правило Вальда:

$$i^* \in \text{Arg max}_i (\min_j u_{ij}). \quad (2)$$

Это правило отражает установку осторожного инвестора, не склонного к риску. Выбранная таким образом *максиминная стратегия*  $x_{i^*}$  максимизирует гарантированный (при самом неблагоприятном сценарии) результат.

3. Правило Сэвиджа:

$$i^* \in \text{Arg min}_i (\max_j c_{ij}), \text{ где } c_{ij} = \max_k u_{kj} - u_{ij}. \quad (3)$$

Здесь  $c_{ij}$  – отклонение оценки стратегии  $x_i$  при сценарии  $y_j$  от оценки наилучшей при этом сценарии стратегии интерпретируется как риск или «сожаление». Правило выбирает стратегию «минимаксного сожаления», которая минимизирует максимальный риск. Профиль оценок этой стратегии минимально отклоняется от профиля оценок гипотетической «идеальной» стратегии, оценка которой в каждом сценарии равна максимальной оценке, достижимой в этом сценарии стратегиями из  $X$ .

4. Правило Лапласа:

$$i^* \in \text{Arg max}_i \frac{1}{n} \sum_j u_{ij} = \text{Arg max}_i \sum_j u_{ij}. \quad (4)$$

Это правило называют также правилом «недостаточного основания»: если о вероятностях реализации сценариев развития внешней среды ничего неизвестно, то предполагают (нередко без достаточных оснований), что они равновероятны.

Перечисленные выше правила формализуют разные системы предпочтений на множестве стратегий, поэтому они отбирают, вообще говоря, разные стратегии. Принимая решение, ЛПР может использовать то правило из числа рекомендованных ему Аналитиком, которое в наибольшей степени соответствует его предпочтениям.

В дальнейшем, учитывая специфику КИП, нами рассматривается только оценка проекта в ситуации радикальной неопределённости. Заметим также, что правила (1)–(4), приведенные выше, для удобства изложения в дальнейшем именуется критериями.

### Свойства критериев теории принятия решений как функций оценки КИП<sup>2</sup>

О применении критериев Лапласа, Вальда, Гурвица, Сэвиджа. Указанные критерии определяют как наиболее предпочтительные проекты, максимизируют на множестве  $X$  соответствующую оценочную функцию. Применяя критерий Гурвица ( $Hu$ ), целесообразно не фиксировать значение параметра  $\lambda$ , а определить для каждого  $i \in \{1, \dots, m\}$  диапазон (возможно, пустой) значений параметра, при которых проект  $P_i$  максимизирует функцию  $Hu(\lambda, P_i)$ . Для этого нужно при каждом  $i$  решить систему линейных неравенств относительно  $\lambda$ :  $0 \leq \lambda \leq 1$  и  $Hu(\lambda, P_i) \geq Hu(\lambda, P_k)$ ,

<sup>2</sup> Текст данного пункта подготовлен д.э.н. Хуторецким А.Б. в рамках гранта РГНФ (проект №14-02-00159а, научный руководитель проекта – д.э.н, проф. Кибалов Е.Б.) и включен в статью с его любезного согласия.

если  $k \neq i$ . Такой анализ дает, в частности, информацию о результатах выбора по критерию Вальда ( $Wa$ ), поскольку функция  $Wa(P)$  есть частный случай функции  $Hu(\lambda, P)$  при  $\lambda = 0$ .

Каждый критерий выделяет из множества рассматриваемых проектов подмножество всех проектов, оптимальных по этому критерию. Если какой-то проект  $P \in X$  оптимален по критериям Лапласа, Вальда и Сэвиджа, а также выбирается по критерию Гурвица в приемлемом для ЛПР диапазоне значений параметра  $\lambda$  (который, напомним, интерпретируется как показатель склонности ЛПР к риску), то решение очевидно. Однако подмножества проектов, оптимальных по разным критериям, как правило, различаются. В таких случаях проблема выбора проекта превращается в проблему выбора критерия. Чтобы решить, какой критерий лучше отражает специфику рассматриваемой ситуации, нужно учитывать основные свойства предпочтений, порождаемых функциями выбора на множестве всех проектов.

Если нет проекта, оптимального по всем критериям, перечисленным выше, то ЛПР может выявить критерий, наиболее адекватный рассматриваемой ситуации, ориентируясь на свойства соответствующего отношения предпочтения. В [6, с. 47–50] Н.И. Сусловым и А.Б. Хуторецким показано как, аксиоматически вводя желательные свойства отношения предпочтения на множестве проектов, порожденного функцией выбора, можно определить наилучший критерий в условиях сценарной неопределенности. Если применение этих критериев дает разные результаты, то окончательный выбор определяется мотивацией ЛПР.

Например, свойства упорядочений, порождаемых базовыми критериями Вальда и Сэвиджа, позволяют любой из них использовать для определения предпочтительного проекта в условиях сценарной неопределенности. Если применение этих критериев дает разные результаты, то окончательный выбор определяется мотивацией ЛПР.

Если ЛПР рискует собственными деньгами, то главным «оценщиком» его деятельности является он сам. Предполагается, что, выбирая проект для инвестирования, ЛПР учитывает рекомендации Аналитика и постарается максимизировать гарантированный результат с помощью критерия Вальда.

Наемный управляющий (менеджер, чиновник) имеет другую мотивацию, так как он распоряжается чужими средствами. Наблюдая только результат принятого по критерию Вальда решения в условиях реализованного сценария, вышестоящий начальник или владелец средств может заметить, что выбор другой стратегии дал бы гораздо лучший результат. Большая разница между максимальным (в условиях реализованного сценария) и достигнутым результатом («сожаление» по Сэвиджу) порождает опасные для карьеры управляющего сомнения в его деловых качествах<sup>3</sup>. По этой причине можно ожидать, что наемный управляющий сознательно или интуитивно применит критерий Сэвиджа и выберет проект, для которого максимальное сожаление минимально.

Заметим, что оптимальные значения критериев Вальда и Сэвиджа дают важную информацию (гарантированный результат и гарантированное сожаление соответственно), а для оптимального значения критерия Лапласа при неизвестных вероятностях сценариев убедительная интерпретация отсутствует. По этой причине мы предпочитаем использовать критерий Вальда или Сэвиджа. В любом случае полезно определить диапазон значений параметра  $\lambda$ , при которых выбранный проект оптимален по Гурвицу, и сопоставить этот диапазон с приемлемыми для ЛПР уровнями риска.

### **Крупномасштабные железнодорожные проекты как объекты концептуального проектирования**

Применение принципов концептуального проектирования, как они понимаются авторами настоящей статьи и описаны выше, иллюстрируется далее на примере оценки сравнительной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов, намечаемых к реализации на территории страны восточнее Урала. В качестве объектов оценки выступают проекты реконструкции системы БАМ–Транссиб (далее – БТ), Приполярной магистрали (далее – ПМ) и Ленско-

<sup>3</sup> Нетрудно вспомнить случаи, когда руководители и общественное мнение выражали недовольство менеджерами, принявшими решение, которое в сложившейся ситуации привело к нежелательному результату, не замечая того, что любое другое решение в одной из возможных ситуаций могло бы дать еще худший результат.

Камчатской магистрали (далее – ЛКМ) (рис. 1). Только один из них, а именно проект БТ, находится в стадии реализации, два других проекта – ПМ и ЛКМ в официальных правительственных документах до недавнего времени считались проектами, актуальными для осуществления лишь в долгосрочной перспективе после 2030 г. и, следовательно, объектами детального инвестиционного анализа не являлись. Ситуация радикально изменилась за четыре последние года (2013–2017), когда после мирового финансового кризиса (2008 г.) и валютного кризиса (2014 г.) Запад объявил санкции против России, и ориентация вектора развития страны на восток из категории желательной превратилась в категорию императивную. Более того, остро встал вопрос о диверсификации восточного направления развития. Во-первых, стала очевидной нежелательность односторонней открытости экономики России, например, на Китай, ввиду опасности его монополистских интенций. Во-вторых, в связи с активизацией военных приготовлений Канады и США в Арктике и на Дальнем Востоке экономическая, политическая и военно-стратегическая роль проектов ПМ и ЛКМ существенно повышается.

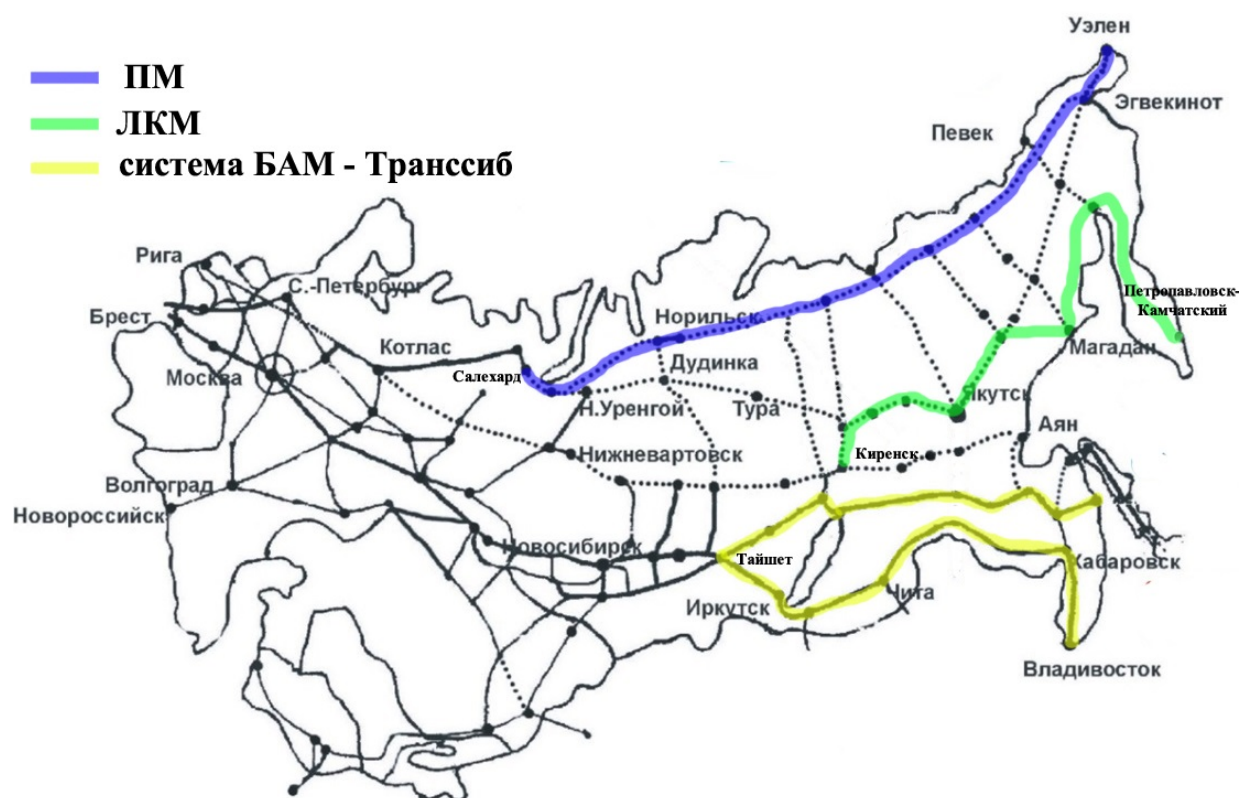


Рис. 1. Перспективная транспортная решетка восточнее Урала

(Источник: Демина О.А., Кибалов Е.Б., Комаров К.Л. Влияние глобальных железнодорожных проектов на развитие Сибири // Регион: экономика и социология. 1997. № 4. С. 144–157.

Для полноты картины следует указать, что традиционная проектная практика, ориентированная на обоснование эффективности маломасштабных проектов (не только железнодорожных), в принципе не может решить задачу предпроектных обоснований КИП типа ПМ и ЛКМ, так как оперирует только *числовыми* показателями микроуровня, т. е. опирается на известную нормативную базу и параметрические рыночные цены, позволяющие отразить лишь коммерческую эффективность инвестиционных проектов. Учет фактора неопределенности, неценовых факторов и мультипликативных эффектов при подобных обоснованиях декларируется, но в лучшем случае сводится к отражению вероятностной неопределенности и попыткам в стоимостной форме оценить «внешние эффекты», не имеющие естественной денежной меры.

В предлагаемой далее методике оценки, как представляется, элиминированы основные недостатки традиционных методик. Разработанная и проверенная в экспериментальных расчетах авторская методика позволяет в ситуации неопределенности на предпроектном этапе обоснования крупномасштабных проектов системно структуризировать ситуацию и выявить с помощью

экспертных и IT-технологий сравнительную эффективность намечаемых к реализации крупномасштабных проектов. Оградив, таким образом, потенциальных инвесторов еще на стадии предпроектной проработки инвестиционных идей от принятия катастрофически неверных решений и многоаспектных потерь в особо крупных размерах.

### Постановка проблемы оценки

Рассматриваемая проблема оценки заключается в формулировке целей проектов и выборе наиболее эффективного из них с учетом ограниченности инвестиционных ресурсов и неопределенности сценариев развития внешней среды (экономики России) в интервале 2020–2035 гг. Покажем решение проблемы в пошаговой развертке.

Начнем со стадии целевой структуризации (*первый шаг*). Построим двухуровневое дерево целей (рис. 2) и сформулируем генеральную цель первого уровня как «Создание условий для устойчивого развития экономики и общества России посредством усиления торгово-экономических и политических связей со странами АТР и ЮАВ», обозначим ее  $Z$ .

Будем предполагать, что из множества подцелей второго уровня, понимаемых как средство достижения цели генеральной, важнейшими являются:

- транспортное обеспечение восточного вектора взаимодействия России с мировой экономикой ( $Z_1$ );
- обеспечение экономической эффективности транспортных взаимодействий в рамках восточного вектора ( $Z_2$ );
- обеспечение национальной безопасности страны ( $Z_3$ ).

Допустим, что все иные цели развития (социальные, экологические и др.), достижению которых в указанном временном интервале должно способствовать решение проблемы, заданы как ограничения и все проекты при всех сценариях удовлетворяют этим ограничениям. Эти упрощения снижают сложность исходной проблемы и трансформируют ее в задачу, которую можно решить с учетом фактора неопределенности.

**Второй шаг** системной структуризации состоит в выявлении сценариев развития внешней среды, в которой реализуются проекты. Таких сценариев выделим три [7].

1. Россия – федеративное государство с доминирующей ролью Центра и социально ориентированным государственным регулированием конкурентной экономики.
2. Россия – федеративное государство с координационно-консультативной ролью Центра и государственным регулированием рынка, ориентированным на интересы крупного капитала.
3. Россия – унитарное государство с жесткой вертикалью власти, губернским управлением и государственным капитализмом.

Перечисленные сценарии понимаются как возможные варианты развития внешней среды проектов – экономики и общества России в интервале 2020–2035 гг. Сценарии могут трактоваться как ответы на вызовы и угрозы Запада в форме санкций и активизации военных приготовлений потенциальных противников практически по всему периметру российских государственных границ.

**Третий шаг** на качественном, как и в случае сценариев, уровне определяет сопоставляемые КИП: БТ, ПМ и ЛКМ как средства достижения системы целей, отображенной в виде двухуровневого дерева на рис. 2.

Указанные долговременные и капиталоемкие железнодорожные проекты являются большими и сложными системами. Оценка их сравнительной эффективности есть задача неопределенная, не решаемая точными методами. Ни существующая статистика, ни публикации в открытой печати в данной предметной области не позволяют при расчетах на долгосрочную перспективу количественно сопоставить уровни результатов и затрат при осуществлении КИП. Но такие сопоставления необходимы, потому что есть примеры небесспорных и весьма дорогостоящих инвестиционно-проектных решений в области транспорта как на Западе (например, Евротоннель под проливом Ла-Манш), так и в России (например, проект ВСМ). По необходимости приходится для сравнения КИП использовать экспертные технологии, а верификацию истинности получен-

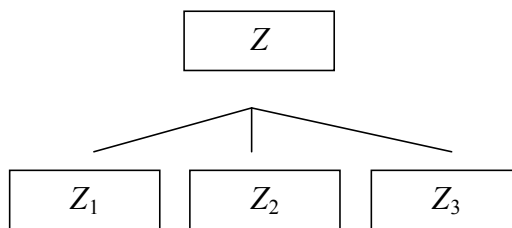


Рис. 2. Дерево целей проектов транспортного обеспечения восточного вектора

ных результатов ограничивать проверками логичности процедур сравнения и согласованности экспертных суждений.

### Оценка железнодорожных КИП

Предлагаемый подход к решению проблемы «транспортной недостаточности» восточного макрорегиона страны интегрирует некоторые идеи известных методик PATTERN [8], «затраты – эффективность» [9], МАИ [10] с авторскими решениями, которые, на наш взгляд, позволяют лучше учесть фактор неопределенности и специфику конкретной проблемы.

Процедура экспертного оценивания КИП, которая кратко описывается далее<sup>4</sup>, начинается с того, что эксперт-лидер, имитируя действия ЛПП<sup>5</sup>, упорядочивает объекты по заданному критерию. Результат работы эксперта можно представить как упорядоченный список всех объектов, соединенных знаками «больше» (предшествующий объект лучше последующего) или «равно» (предшествующий объект эквивалентен последующему)<sup>6</sup>. Мы опускаем описание компьютерного продукта ORDEX<sup>7</sup>, который в диалоговом режиме принимает экспертные упорядочения, строит матрицу парных сравнений, находит ее главный собственный вектор, нормирует его делением на сумму координат и выдает вектор коэффициентов относительной важности сравниваемых объектов. Подробное описание алгоритма можно найти в [11].

Первичная структуризация проблемы, выполненная выше, позволяет сформировать оценочную матрицу и с ее помощью выявить проекты, предпочтительные в смысле максимизации «эффективности, адаптивной к сценариям» [12]. Эффективность интерпретируется как степень достижения генеральной цели  $Z$ , а элементы оценочной матрицы отображают степени достижения генеральной цели каждым проектом при каждом сценарии.

Ниже приведены результаты экспериментальных расчетов. Для компактности изложения присвоим ПМ, ЛКМ и БТ номера **1**, **2** и **3** соответственно, сценариям тоже присвоим номера 1, 2, 3 так, как это сделано выше в разделе «Постановка проблемы».

Структуру дерева целей будем считать инвариантной во всех сценариях, но значимости подцелей второго уровня (коэффициенты относительной важности элементов критериального ряда) зависят от сценария. Степени достижения целей анализируемыми КИП будем оценивать числами из промежутка  $[0, 1]$ .

На **четвертом шаге** эксперт-лидер упорядочивает подцели  $Z_1, Z_2, Z_3$  по невозрастанию оценки их значимости для достижения генеральной цели  $Z$ , а полученные упорядочения обрабатываются компьютерным продуктом ORDEX, с помощью которого определяются коэффициенты относительной важности каждой подцели в условиях каждого сценария (рис. 3).

В предположении, что степень достижения генеральной цели полностью определяется степенями достижения подцелей, для каждого сценария нормируется главный собственный вектор так, чтобы сумма коэффициентов относительной важности была равна единице.

На **пятом шаге** оцениваются степени достижения подцелей для каждого сочетания проекта и сценария (назовем такое сочетание *исходом*). Степень достижения подцели зависит от исхода, поэтому для каждой подцели упорядочиваются 9 возможных исходов по невозрастанию степени достижения этой подцели<sup>8</sup>.

---

<sup>4</sup> Подробное изложение см. в работе [11].

<sup>5</sup> В дальнейшем мы исходим из положения, что в реальности анализ крупномасштабных инвестиционных альтернатив и их предварительную оценку ЛПП осуществляет по поручению и при согласовании с центром принятия решений (ЦПР), а эксперты (единственный или группа) готовят материалы для принятия решений.

<sup>6</sup> В общем случае описываемая в статье методика предполагает групповую оценку объектов. Однако для простоты изложения и демонстрации идеи метода в настоящей статье предполагается, что в процедурах оценки «работает» один эксперт-лидер, т. е. используется прием, аналогичный примененному в классической книге Т. Саати [10], где также фигурирует один эксперт, он же ЛПП.

<sup>7</sup> Программа разработана А.Б. Хуторецким.

<sup>8</sup> Фактически при таком подходе сравниваются альтернативные системы «сценарий + проект», и эти системы ранжируются по степени обеспечиваемой ими эффективности достижения каждой подцели дерева целей.

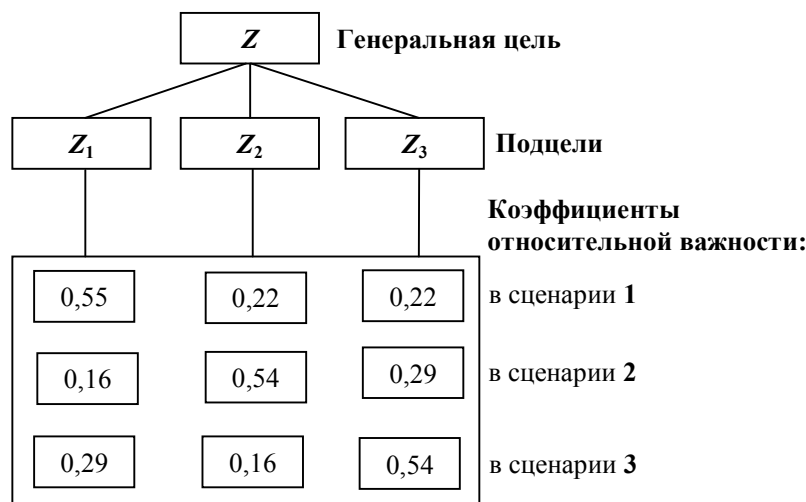


Рис. 3. Дерево целей с коэффициентами относительной важности в разных сценариях

Для каждой подцели  $Z_k$ , ( $k = 1, 2, 3$ ), обработав представленные экспертом-лидером упорядочения с помощью ORDEX, получаем вектор  $v_k$  размерности 9, пропорциональный искомому вектору оценок степеней достижения подцели во всех исходах. Допустим, что анализируемые наборы проектов и сценариев исчерпывают все возможности. Тогда можно считать, что при наиболее благоприятном исходе рассматриваемая подцель достигается полностью, поскольку ни при каком исходе она не может быть достигнута в большей степени. Следовательно, оценка степени достижения подцели при наиболее благоприятном исходе должна быть равна единице. Это рассуждение обосновывает нормирование вектора  $v_k$  делением на его максимальную координату. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Оценки степеней достижения подцелей

| Номер исхода | Номера проектов БТ, ПМ, ЛКМ | Номер сценария | Степени достижения подцелей |       |       |
|--------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-------|-------|
|              |                             |                | $Z_1$                       | $Z_2$ | $Z_3$ |
| 1            | 1                           | 1              | 1                           | 1     | 0,27  |
| 2            | 1                           | 2              | 1                           | 1     | 0,27  |
| 3            | 1                           | 3              | 1                           | 1     | 0,27  |
| 4            | 2                           | 1              | 0,22                        | 0,28  | 1     |
| 5            | 2                           | 2              | 0,27                        | 0,28  | 1     |
| 6            | 2                           | 3              | 0,66                        | 0,28  | 1     |
| 7            | 3                           | 1              | 0,55                        | 0,55  | 0,55  |
| 8            | 3                           | 2              | 0,44                        | 0,55  | 0,55  |
| 9            | 3                           | 3              | 0,33                        | 0,55  | 0,55  |

Заключительный, **шестой шаг** процедуры – построение и анализ оценочной матрицы  $U = (u_{ij})$ , где  $u_{ij}$  – оценка степени достижения генеральной цели проектом  $i$  в сценарии  $j$ .

Пусть  $a_{kj}$  – оценка значимости подцели  $A_k$  в сценарии  $j$  (см. рис. 3),  $b_{ijk}$  – оценка степени достижения подцели  $A_k$  проектом  $i$  в сценарии  $j$  (см. табл. 1). Элементы оценочной матрицы (табл. 2) вычисляем по формуле

$$u_{ij} = \sum_k a_{kj} b_{ijk}.$$

Например, чтобы вычислить  $u_{23}$ , степень достижения генеральной цели проектом 2«ПМ» в сценарии 3, нужно вектор  $(z_{13}, z_{23}, z_{33}) = (0,29; 0,16; 0,54)$ , который находится в третьей строке таблицы на рис. 3, скалярно умножить на вектор  $(b_{231}, b_{232}, b_{233}) = (0,66; 0,28; 1,0)$ , соответствующий исходу 6 в табл. 1. Следовательно,

$$u_{23} = 0,3 \cdot 0,35 + 0,1 \cdot 0,39 + 0,6 \cdot 0,45 = 0,414.$$

Таблица 2

Оценочная матрица

| КИП ж.-д. | Сценарий |      |      |
|-----------|----------|------|------|
|           | 1        | 2    | 3    |
| 1         | 0,83     | 0,78 | 0,60 |
| 2         | 0,40     | 0,48 | 0,78 |
| 3         | 0,54     | 0,53 | 0,48 |

В рассматриваемой ситуации нет доминирующего проекта, следовательно, имеет место неопределенность, которая «вскрывается» с помощью критериев Вальда, Сэвиджа, Гурвица и Лапласа. По всем названным критериям расчеты с помощью компьютерного продукта GlobalD<sup>9</sup> показали, что наиболее предпочтительным является КИП ж.-д. «Реконструкция системы БАМ – Транссиб». Такой результат был ожидаем, поскольку этот проект относится к категории действующих и представляет традиционное для России стремление к выходу на Тихоокеанское побережье и установление стабильных торгово-экономических связей со странами этого бурно развивающегося макрорегиона. Тем не менее политическая и экономическая ситуация в мире, о которой говорится в начале статьи, требует диверсификации внешнеэкономических связей и укрепления арктических и дальневосточных рубежей России в военно-стратегическом отношении. В этом качестве Приполярная и Ленско-Камчатская магистрали вполне конкурентны БАМу и Транссибу, что и показал анализ оценочной матрицы. Действительно, в сценарии 3 ПМ предпочтительнее БТ, а при исключении проекта БТ из расчета и трактовки его как фактически реализованного, но не решающего проблему «транспортной недостаточности» восточного макрорегиона страны в полном объеме, наиболее предпочтительной по критерию Вальда становится проект ЛКМ, он же оказывается наиболее предпочтительным по критерию Гурвица при  $\lambda = 0,8$ .

И последнее. Выше, формализуя задачу, мы предполагали, что отсутствует числовая информация о затратах, связанных с реализацией проектов ПМ и ЛКМ. Соответственно, экономической целью (обозначенной  $Z_2$ ) мы считаем сокращение затрат по всему жизненному циклу рассмотренных КИП. Экспертно оцененная степень достижения этой цели при реализации стратегии  $i$  в условиях сценария  $j$  ( $b_{ij2}$ ) характеризует близость к максимально возможному (в рассматриваемой ситуации) достижению цели, но не позволяет делать какие-либо заключения об абсолютной величине соответствующих затрат.

### Литература

1. Физическое проектирование. – [http://life-prog.ru/1\\_18770\\_fizicheskoe-proektirovanie.html](http://life-prog.ru/1_18770_fizicheskoe-proektirovanie.html) (дата обращения 27.04.2017).
2. Корнаи, Я. Системная парадигма / Я. Корнаи // Вопросы экономики. – 2002. – № 4. – С. 66–67.
3. Кибалов, Е.Б. Альтернативы транспортного обеспечения освоения арктического шельфа России / Е.Б. Кибалов, А.Б. Хуторецкий // Регион: экономика и социология. – 2015. – № 1. – С. 3–19. DOI: 10.15372/reg20150101
4. Milnor, J. Link Groups / J. Milnor // Annals of Mathematics. – 1954. – Vol. 59, no. 2. – P. 177–195. – <http://www.jstor.org/stable/1969685> (дата обращения 27.04.2017). DOI: 10.2307/1969685
5. Гельруд, Я.Д. Методы принятия управленческих решений: электрон. учеб. пособие / Я.Д. Гельруд, Т.А. Шиндина. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2013. – 78 с.
6. Комплексный подход к оценке общественной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов / Е.Б. Кибалов, И.А. Беспалов, В.Ф. Бузулуцков и др. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2015. – 160 с.
7. Кибалов, Е.Б. Структурная реформа железнодорожного транспорта России: экспертный анализ и смежные вопросы / Е.Б. Кибалов // ЭКО. – 2016. – № 8. – С. 120–127.
8. Макаров, И.М. Целевые комплексные программы / И.М. Макаров, В.В. Соколов, А.Л. Абрамов. – М.: Знание, 1980.

<sup>9</sup> Разработчик продукта аспирант СГУПС Шибикин Д.Д.



9. Квейд, Э. Анализ сложных систем / Э. Квейд; пер с англ. под ред. И.И. Ануреева, И.М. Верещагина. – М.: Советское радио, 1969. – 520 с.

10. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати; пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радиоисвязь, 1993. – 278 с.

11. Кибалов, Е.Б. Системный анализ ожидаемой эффективности крупномасштабных проектов / Е.Б. Кибалов, В.И. Горяченко, А.Б. Хуторецкий. – Новосибирск: Изд-во ИЭ ОПП СО РАН, 2008. – 164 с.

12. Pelikan, P. *Why Private Enterprise? Towards a Dynamic Analysis of Economic Institutions and Policies* / P. Pelikan // *The Economics of Institutions and Markets, IUI Yearbook*. – Stockholm, 1987. – P. 133–146.

**Евгений Борисович Кибалов**, д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, г. Новосибирск; kibalovE@mail.ru.

**Дмитрий Дмитриевич Шибикин**, аспирант, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск; wanderer-di.di@ya.ru.

Поступила в редакцию 24 мая 2017 г.

DOI: 10.14529/ctcr170310

## EVALUATION OF EFFICIENCY OF LARGE-SCALE INVESTMENT PROJECTS IN THE CONTEXT OF CONCEPTUAL DESIGNING

**E.B. Kibalov**<sup>1</sup>, kibalovE@mail.ru,  
**D.D. Shibikin**<sup>2</sup>, wanderer-di.di@ya.ru

<sup>1</sup> Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation,

<sup>2</sup> Siberian Transport University, Novosibirsk, Russian Federation

In the article in terms of conceptual projections deals with the actual systemic problem in the evaluation of large investment projects in the improbability of the situation of uncertainty. Provides a mathematical valuation model that are treated as strategy game of the investor with “nature”, which is understood as the institutional environment of Russia. As the information base of the assessment used expert judgment, and computer-aided assessment procedures of selecting the most preferred investment solutions to apply IT. The practical use of the relevant methodology is illustrated by estimating the comparative effectiveness of large-scale railway projects planned to be realized as a means of transport to ensure the orientation of trade and economic relations of Russia with the countries ATR, and also the national security of their own country in the Arctic and the Far East.

*Keywords: conceptual design, uncertainty, large-scale railway projects, the theory of strategic games, the Eastern vector of Russia's development, cat tools support investment decisions.*

### References

1. *Fizicheskoe proektirovanie* [Physical Design]. Available at: [http://life-prog.ru/1\\_18770\\_fizicheskoe-proektirovanie.html](http://life-prog.ru/1_18770_fizicheskoe-proektirovanie.html) (accessed 27 April 2017).

2. Kornai I. [System Paradigm]. *Issues of Economics*, 2002, no. 4, pp. 66–67. (in Russ.)

3. Kibalov E.B., Hutoretskiy A.B. [Alternatives to Transport Support for the Development of the Arctic Shelf of Russia]. *Region: Economics and Sociology*, 2015, no. 1, pp. 3–19. (in Russ.) DOI: 10.15372/reg20150101

4. Milnor J. Link Groups. *Annals of Mathematics*, 1954, no. 2, pp. 177–195. Available at: <http://www.jstor.org/stable/1969685> (accessed 27 April 2017). DOI: 10.2307/1969685
5. Gel'rud Ya.D., Shindina T.A. *Metody prinyatiya upravlencheskikh resheniy: elektron. ucheb. posobie* [Methods of Making Managerial Decisions]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2013, 78 p.
6. Kibalov E.B., Bepalov I.A., Buzulutskov V.F., Gluschenko K.P., Goryachenko V.I., Goryachenko E.E., Pyataev M.V., Suslov N.I., Hutoretskiy A.B. *Kompleksniy podhod k otsenke obschestvennoy effektivnosti krupnomasshtabnykh zheleznodorozhnykh proektov* [An Integrated Approach to Assessing the Social Effectiveness of Large-Scale Railway Projects]. Novosibirsk, SSURE, 2015. 160 p.
7. Kibalov E.B. [Structural Reform of the Railway Transport in Russia: Expert Analysis and Related Issues]. *EKO*, 2016, no. 8, pp. 120–127.
8. Makarov I.M., Sokolov V.V., Abramov A.L. *Tselevyie kompleksnyie programmy* [Targeted Integrated Programs]. Moscow, Znanie Publ., 1980. 136 p.
9. Kveyd E. *Analiz slozhnykh sistem* [Analysis for Military Decisions]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1969. 520 p.
10. Saati T. *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy* [Making Decisions. Method for Analyzing Hierarchies]. Moscow, Radioisvyaz' Publ., 1993. 278 p.
11. Kibalov E.B., Goryachenko V.I., Hutoretskiy A.B. *Sistemniy analiz ozhidaemoy effektivnosti krupnomasshtabnykh proektov* [System Analysis of Expected Efficiency of Large-Scale Projects]. Novosibirsk, IE SB RAS Publ., 2008. 164 p.
12. Pelikan P. [Why Private Enterprise? Towards a Dynamic Analysis of Economic Institutions and Policies]. *The Economics of Institutions and Markets, IUI Yearbook*. – Stockholm, 1987, pp. 133–146.

*Received 24 May 2017*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Кибалов, Е.Б. Оценка эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов в контексте концептуального проектирования / Е.Б. Кибалов, Д.Д. Шибикин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 99–108. DOI: 10.14529/ctcr170310

### FOR CITATION

Kibalov E.B., Shibikin D.D. Evaluation of Efficiency of Large-Scale Investment Projects in the Context of Conceptual Designing. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 99–108. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr170310