

ОЦЕНКА КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРОЕКТОВ: НЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Е.Б. Кибалов¹, Д.Д. Шибикин²

¹ *Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, г. Новосибирск, Россия,*

² *Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия*

Проблема оценки общественной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов (далее КПЖД) рассматривается в настоящей статье в свете системной парадигмы Я. Корнаи и ее инструментальной конкретизации как неосистемного подхода. В этом контексте КПЖД анализируются как большие и сложные социотехнические системы. В качестве объектов исследования выступают Ленско-Камчатская и Приполярная железнодорожные магистрали, находящиеся на стадии прединвестиционных обоснований в первом случае и частичной реализации во втором, когда неопределенность затрат и результатов чрезвычайно высока. Для оценки сравнительной эффективности названных проектов были использованы компьютерные продукты – зарубежные и отечественные, предназначенные для работы в рамках теории принятия сложных решений с полувербальными моделями и экспертной информацией. Вычислительные эксперименты показали, что разные компьютерные продукты как средства поддержки процедур принятия инвестиционных решений дают аналитикам неодинаковые рекомендации о предпочтительности сравниваемых проектов. Показано, что причина заключается в неадекватном учете в зарубежных продуктах (применительно к крупномасштабным проектам) фактора неопределенности. Делается вывод о продуктивности инструментария неосистемного подхода, реализованного авторами статьи, в качестве интегратора вербальных и математических моделей при оценке крупномасштабных проектов в ситуации неопределенности.

Ключевые слова: крупномасштабный железнодорожный проект, системная парадигма, неосистемный подход, компьютерный продукт, Ленско-Камчатская магистраль, Приполярная магистраль, критерии теории принятия решений.

Проблема оценки общественной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов (далее КПЖД) рассматривается в настоящей статье в свете системной парадигмы Я. Корнаи [1]. В работах Г.Б. Клейнера [2, 3] она была развита в форме новой методологии применения системного инструментария в экономических исследованиях (как теория «среднего» уровня [4]) и получила название «неосистемный подход» [2]. Наша исходная позиция состоит в анализе КПЖД как большой и сложной социотехнической системы, и поэтому термин «неосистемный подход» вынесен в название статьи, а ее содержание акцентировано на сравнении характеристик системного подхода «без» – и с приставкой «нео» на конкретном примере.

Я. Корнаи в своей парадигме предлагает построить систему оценки «великих, уникальных, неповторяющихся социальных изменений» скачкообразного типа, которую, на наш взгляд, следует назвать в соответствии с объектом оценки глобальной. Ее ключевым положением является интегративный принцип при оценке последствий подобных мегаизменений, вносимых в сложившийся внутригосударственный, а также мировой социальный порядок. Новая парадигма не сводится к какой-либо частной дисциплине, будь то экономика, социология или политология. Названные дисциплины предлагается рассматривать как комплексную «всеобъемлющую, цельную общественную науку» и особое внимание при этом уделять взаимодействию различных сфер функционирования общественной системы (не только экономики и политики, но также культуры, идеологии и истории). Это отличает парадигму Корнаи от иных системных парадигм, которые по своей сути (за исключением марксистской и ее модификаций) всего лишь междисциплинарны, а в большинстве случаев, как например методики «затраты – выгоды» и «стоимость – эффективность», опираются на постулаты экономической теории (см., например, [5, 6]).

Б.Г. Клейнер в своей трактовке неосистемного подхода также ограничивает степень глобальности системной парадигмы Корнаи уже в названии предлагаемой методологии, декларируя ее экономическое первородство и тем самым сужая общесистемный смысл парадигмы. Для оценки общественной эффективности КПЖД такое обеднение состава эффектов (прямых и косвенных), порождаемых крупномасштабными проектами, приводит к недооценке их роли как драйверов активизации экономического роста экономики и благосостояния социума. Конкретно из-за неразвитости, например, системы железных дорог на Дальнем Востоке России падает качество жизни дальневосточников и в ситуации санкций затруднен маневр по усилению торгово-экономических связей со странами АТР. Первое ведет к обезлюдиванию суверенных территорий России, второе чревато международной изоляцией страны, а все вместе угрожает ее национальной безопасности.

Для теоретического анализа в рамках системной парадигмы Я. Корнаи не характерно использование математических моделей, в частности эконометрических. Эти модели отличаются высоким уровнем абстракции, и по необходимости работающие с ними ученые вынуждены исследовать узкий «кусочек реальности» в ущерб системной полноте исследования. Напротив, сторонники системной парадигмы ради полноты готовы серьезно поступиться научной строгостью и точностью. В методологии Клейнера вопрос ставится более кардинально. Предлагается считать, что основное отличие новой системности (неосистемного подхода) от старой состоит в отказе от математической теоретико-множественной (эндогенной) основы систем и в переходе к структурной (экзогенной), в основе своей философской, теории систем.

Здесь следует подчеркнуть, что проблема соотношения теоретико-множественного и системного подхода не нова и обсуждается последние 40 лет в трудах отечественных и западных ученых. На уровне качественных определений идея множества как «многое, мыслимое как целое» состоит в том, что в ней сущность целого сводится к сущности элементов множества. В системном подходе, наоборот, «целое мыслится как многое». Конструктивный вывод как результат многолетних дискуссий, с которым авторы настоящей статьи согласны, состоит в том, что оба подхода взаимодополнительны, а системные аналитики при оценке КПЖД «обязаны владеть теоретико-множественным аппаратом во всей его строгости и математической мощи» [7, с. 72, 83].

В описании системной парадигмы Корнаи и методологии Клейнера по непонятным причинам фактор неопределенности, тотально влияющий на принятие сложных решений на всех уровнях общественного устройства современного мира, прямо не упоминается, а обсуждается, если можно так выразиться, метафорически. Относительно предсказательной силы инструментария системной парадигмы сам Корнаи отзывается скептически, т. е. ставит под сомнение его способность вскрыть неопределенности будущего. Он считает, что ожидаемый результат применения нового подхода пока не достигнут, а весьма скромные результаты «получены с большой степенью неведения», т. е. они по-прежнему неопределенны и пользоваться ими в практических приложениях следует с осторожностью.

В свою очередь Клейнер в предложенной методологии понятие неопределенности развития систем мезоуровня – объектов и проектов – вводит через понятие плохо предсказуемого взаимодействия четырех «джиннов»: вариативности, перемен, однообразия и застоя. Оставляя в стороне религиозные трактовки термина «джинн», укажем на его происхождение от арабского слова «джана» – скрытый. Действительно, будущее, образно выражаясь, скрыто от лиц (и организаций), принимающих решения, завесой неопределенности. Как эту завесу сделать более прозрачной, в методологии прямо не обсуждается, хотя делается два важных методических вывода, существенных для понимания особенностей КПЖД: а) типовой продукт (услуга) этой проектной системы – преобразование экономической системы, вмещающей проектную систему, б) эксклюзивный – нарушение гомогенности пространственно – временной среды проекта, что генерирует неопределенность при оценке эффективности проекта.

Выводы в прикладном аспекте служат ориентирами для постановки проблемы оценки крупномасштабных инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте с учетом фактора неопределенности. Решение непростых задач, возникающих в этой связи, облегчается тем, что к настоящему времени наукой, если судить по литературе вопроса, проблема недетерминированности внутренних и внешних связей крупномасштабных и сложных систем осознана достаточно глубоко и давно (см., например, [8]). Тем не менее понимание того, что специфика объекта

управления определяет специфику системы оценки эффективности таких систем, хозяйственной практикой в должной степени не достигнуто и сегодня. Крупномасштабные проекты здесь являются учебным примером, и настоящая статья написана, в частности, для того, чтобы прояснить некоторые «темные места» в описанных выше системных парадигме и методологии применительно к железнодорожному транспорту. Далее для прояснения теоретических неясностей применяется стандартный в науке прием – вычислительный эксперимент.

С этой целью при оценке двух КПЖД – Приполярной и Ленско-Камчатской железнодорожных магистралей (рис. 1), – находящихся на стадии предынвестиционных обоснований, когда неопределенность затрат и результатов чрезвычайно высока, нами были использованы компьютерные продукты – зарубежный и отечественный, предназначенные для работы в рамках теории принятия сложных решений с полувербальными моделями и экспертной информацией. Смысл вычислительных экспериментов заключался в сопоставлении предполагаемых результатов оценки названных КПЖД, полученных с помощью компьютерных продуктов, реализующих разные методологические установки: Expert Choice Т. Саати, когда многое мыслится как целое, и авторский ASPER-D, где целое мыслится как многое.



Рис. 1. Крупномасштабные железнодорожные проекты на востоке России, находящиеся в разной стадии реализации

Expert Choice – коммерческая версия известной АНР (Analytic hierarchy process) Т. Саати [9]. В работах [10, 11] указаны недостатки методики, но тем не менее она оказалась коммерчески успешной, поскольку, будучи пионерной разработкой, первой вышла на рынок систем поддержки принятия таких решений (в основном инвестиционных), когда традиционные числовые показатели экономической эффективности оказались недостаточными и должны были дополняться показателями социальной, экологической, технологической и иными видами эффективности [12].

В связи с тем, что методика Саати описана в десятках публикаций на английском и русском языках (см., например, [13, 14]), ограничимся далее схематическим представлением только ее ключевых инструментов (рис. 2). Это необходимо для сравнения с инструментарием, предложен-

ным нами в разработке ASPER-D (Automatic System of Process Expert Range Dialogue – система автоматической обработки экспертных суждений в режиме диалога) для решения тех же проблем, что и Expert Choice. Но поскольку описание ASPER-D ранее не публиковалось, приведем его в нижеследующей врезке.

Методические основы ASPER-D базируются на ключевых понятиях системного анализа: дерево целей, альтернативы, экспертные оценки, система для решения проблем. Проблемы, для разрешения которых предназначен продукт, являются слабоструктурированными, т. е. значительная часть переменных и параметров, характеризующих конкретную проблему, описываются либо вербально, либо в порядковых шкалах. Количественные описания также имеют место, но они не преобладают. Методический подход, использованный в ASPER-D, вытекает из особенностей слабоструктурированных проблем, а именно:

1. Радикальная неопределенность проблемы. На первом этапе «вскрывается» с помощью дерева целей. Вскрытие происходит постепенно, по этапам структуризации:

а) в шкале классификационной – когда разрабатывается структура дерева целей;

б) в шкале порядковой – когда вершины дерева целей упорядочиваются по важности для достижения подцелей;

в) в шкале количественной – когда порядковые шкалы трансформируются в количественные с использованием коэффициентов относительной важности, нормированных к единице на каждом уровне дерева целей.

2. Альтернативные варианты решения проблемы. Разрабатываются экспертами как вербальные описания взаимоисключающих вариантов решения проблемы. Описание альтернатив должно быть компактным и контрастным, а число аспектов в описании альтернативы должно соответствовать числу аспектов проблемы, структурированных в дереве целей.

3. Сценарии развития внешней среды оцениваемых альтернатив описываются вербально как сценарии-контрасты. Минимальное число сценариев три: оптимистический, пессимистический, наиболее вероятный.

4. Оценочная матрица. По результатам реализации трех предыдущих этапов формируется оценочная матрица, строки которой есть оцениваемые альтернативы, а столбцы – сценарии-контрасты. Элементами матрицы являются исходы актуализации пары «альтернатива – сценарий», где численное значение исхода определяется на основе экспертных суждений.

5. Правила выбора наиболее предпочтительных альтернатив. Предпочтительные альтернативы выбираются по оценочной матрице на основании критериев: Вальда, Сэвиджа, максимакса, Гурвица, обобщенного критерия Гурвица – в случаях радикальной неопределенности и Байеса – Лапласа – для случаев неопределенности вероятностной.

6. Проверка согласованности экспертных суждений. Осуществляется по каждой оценочной процедуре с помощью коэффициента конкордации сравниваемого с табличной нормой, при заданном уровне альфа.

Отметим, что в сравниваемых методиках на этапе целевой структуризации сложной проблемы комплексной оценки проектов в основу положена одна и та же математическая структура – иерархия. Такой подход означает, что системный анализ начинается с целей и критериев их достижения, обеспечиваемого разными проектами в разной степени. И дело не только (и не столько) в том, что в обеих методиках с помощью одной и той же математической структуры строится полупормальная модель системы целей, именуемая деревом целей. Суть в том, что на первоначальных исходных стадиях осуществления проекта во главу угла ставится и с помощью дерева целей по возможности решается задача «вскрытия» так называемой целевой неопределенности, порождаемой нестабильностью внешней среды проекта, неоднородностью критериев оценки и некомпетентностью лиц (или организаций), проект инициирующих. Последнее преодолевается на основе экспертных и компьютерных технологий, оцифровывающих экспертные суждения и дающих возможность использовать компьютеры как усилители интеллекта аналитиков и лиц, принимающих решения.

Чтобы продемонстрировать не только общность двух сравниваемых далее методик, но и неодинаковость подходов к построению оценочной системы «дерево целей – проекты», обратимся к рис. 2 и 3.

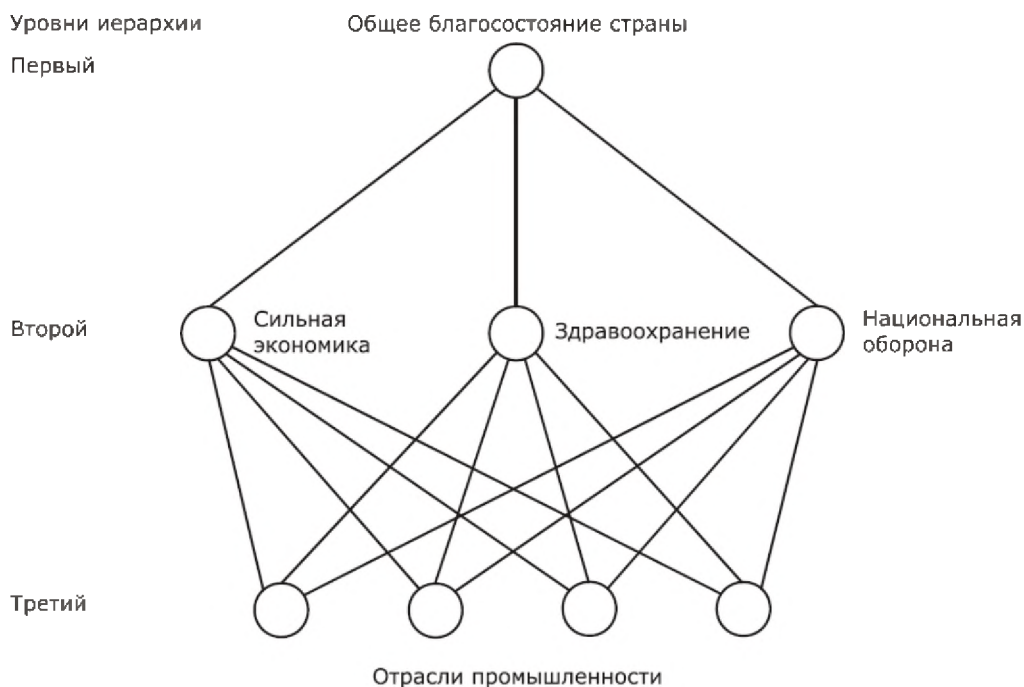


Рис. 2. Схема решения проблемы оценки в Expert Choice

Чтобы продемонстрировать, как это делается в ASPER-D, и на конкретном примере сравнить результаты, полученные по указанным методикам при оценке одних и тех же проектов, обратимся сначала к рис. 1. Изображенные на нем КПЖД – Приполярная и Ленско-Камчатская магистрали – являются объектами оценки их сравнительной эффективности, а полученные с помощью программных продуктов ASPER-D и Expert Choice результаты далее комментируются.

Начнем с демонстрации дерева целей в ASPER-D (см. рис. 3) как основы целевой структуризации процедур оценки, формирования системы оценочных критериев и многомерной функции ценности сравниваемых проектов. Дерево целей строится экспертами в назывной шкале в процессе «мозгового штурма» и соответствующая информация вводится для дальнейшей обработки. Система процедур ASPER-D на основе экспертных оценок выявляет наиболее предпочтительную альтернативу из числа оцениваемых: в нашем случае это КПЖД – Приполярная или Ленско-Камчатская магистраль.

Для разъяснения процедур ASPER-D в смысле их отличия от процедур Expert Choice подчеркнем, что сначала в ASPER-D оценивается не вектор коэффициентов относительной важности (КОВ) целей, а матрица отношений этих коэффициентов.

Пусть T_1, \dots, T_n – цели критериального среза. Допустим, что $p = (p_1, \dots, p_n) > 0$ – вектор «истинных» искомых коэффициентов (неизвестный нам). Тогда оцениваемая матрица отношений имеет вид $S(p) = (s_{ij}(p))_1^n$, где $s_{ij}(p) = p_i / p_j$. Очевидны следующие ее свойства:

$$s_{ii}(p) = p_i / p_i = 1 \text{ (на диагонали стоят единицы);} \quad (1)$$

$$s_{ij}(p) \cdot s_{ji}(p) = (p_i / p_j) \cdot (p_j / p_i) = 1 \text{ (симметричные элементы взаимно обратны);} \quad (2)$$

$$s_{ij}(p) \cdot s_{jk}(p) = (p_i / p_j) \cdot (p_j / p_k) = p_i / p_k = s_{ik}(p). \quad (3)$$

Матрица *состоятельна*, если она обладает первыми двумя свойствами, и *сверхтранзитивна*, если для нее выполнено свойство (3). Легко проверить, что первые два свойства следуют из третьего, всякая сверхтранзитивная матрица состоятельна.

Теперь рассмотрим некоторые варианты формирования матрицы S , помятуя, что ее элемент s_{ij} – это исходная оценка отношения коэффициентов относительной важности целей T_i и T_j на основании экспертной информации.

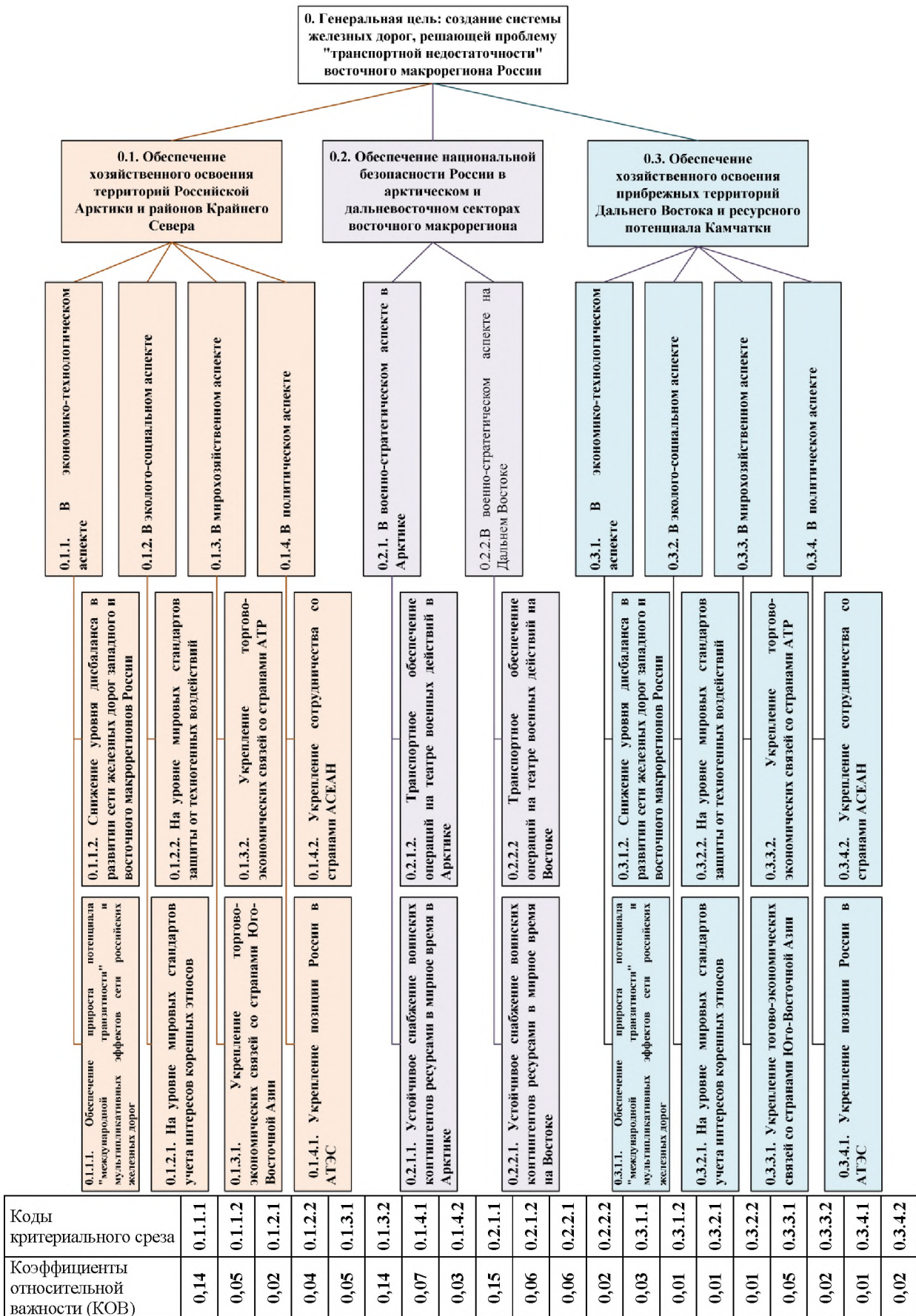


Рис. 3. Система целей КПЖД (после квантификации)

Т.Л. Саати предложил попарно сравнивать цели критериального среза, сопоставляя каждой паре (T_i, T_j) оценку в соответствии с табл. 1.

Понятно, что пара (T_i, T_i) получит оценку 1, и достаточно сравнить $n(n-1)/2$ пар (T_i, T_j) для $i < j$. «Чувствительный» эксперт может использовать промежуточные значения оценок. Если экспертов несколько, то выставленные ими оценки усредняются. Результирующие оценки и образуют матрицу S . Если эксперт один, то матрица S состоятельна, в противном случае состоятельность не гарантирована.

Таблица 1

Шкала относительной значимости

| Соотношение значимости целей | Количественная оценка |
|----------------------------------|-----------------------|
| Равная важность | 1 |
| T_i умеренно превосходит T_j | 3 |
| T_i сильно превосходит T_j | 5 |
| T_j умеренно превосходит T_i | 1/3 |
| T_j сильно превосходит T_i | 1/5 |

В ASPER-D использован подход к формированию исходной матрицы S , предложенный А.Б. Хуторецким [15] и устраняющий произвол выбора количественных оценок соотношения значимости целей в методе Т. Саати. В соответствии с этим подходом каждому эксперту предлагают *упорядочить все* сравниваемые цели по неубыванию значимости (вклада в достижение генеральной цели). Упорядочение имеет очевидные достоинства по сравнению с попарными сравнениями: экспертиза проходит быстрее; эксперт лучше выявляет свои предпочтения, обозревая цели в совокупности; гарантирована транзитивность результата экспертизы. Экспертизу, в которой участвуют m экспертов, можно интерпретировать как «турнир» между сравниваемыми целями. В этом турнире сравнение целей T_i и T_j одним экспертом является «партией» между ними: цель, которую эксперт считает более важной, «выигрывает» очко, если же цели равнозначимы по мнению эксперта, то каждая получает половину очка. Таким образом, между любыми двумя целями T_i и T_j происходит «локальный турнир» из m партий; пусть a_{ij} – число очков, присвоенных в этом турнире цели T_i (цель T_i «набрала» a_{ij} очков, играя против T_j). Конечно, любая цель «против себя» получает половину очка в каждой партии, поэтому $a_{ii} = m/2$. Отношение величин a_{ij} и a_{ji} является естественной исходной оценкой относительной значимости целей T_i и T_j .

Заметим, что сформировать матрицу S , полагая $s_{ij} = a_{ij}/a_{ji}$, мы можем, только если все a_{ij} не равны нулю (нет такой пары целей, в отношении которой мнения всех экспертов совпадают). Тем не менее такая ситуация возможна и ее вероятность растет с ростом квалификации экспертов. Поэтому, если среди a_{ij} есть нули, введем «нейтрального» эксперта, для которого все цели равноценны. Это увеличит все a_{ij} на 0,5 и снимет проблему. Итак, $s_{ij} = a_{ij}/a_{ji}$, если $a_{ij} \neq 0$ для всех i и j , иначе $s_{ij} = (a_{ij} + 0,5)/(a_{ji} + 0,5)$.

Итак, в столбце «КОВ ЕС» табл. 2 (числовая конкретизация матрицы S) указаны полученные с помощью продукта Expert Choice коэффициенты относительной важности подцелей критериального среза дерева целей, изображенного на рис. 3, а в столбце «КОВ AD» – те же коэффициенты, полученные с помощью программного продукта ASPER-D.

Действуя далее по методике Саати (см. рис. 2), т. е. при базовом (определенном) сценарии, получаем следующий результат (рис. 4 и табл. 3).

Начнем со сценариев-контрастов (табл. 4). Подчеркнем, что в методологии системного анализа сценарии не предназначаются для прогнозирования (предсказания) будущего; они дают лишь преимущественно качественное описание возможных состояний неопределенного будущего, если и когда оно меняется радикально. В нашем случае объектом сценирования служит внешняя среда КИП – экономика России в целом, представляемая как многослойная система, где нижним слоем является Восточный регион, о «транспортной недостаточности» которого речь шла выше. Как возможные трансформации модели состояния экономики и общества России в перспективе до 2035 г. были описаны три сценария-контраста (см. табл. 4).

Таблица 2

Оценка эффективности ПМ и ЛКМ по Саати

| Критерии | Критерии | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ср. геом. | КОВ ЕС* | КОВ АД** | | |
|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|----------|---------|---------|
| | 0.1.1.1 | 0.1.1.2 | 0.1.2.1 | 0.1.2.2 | 0.1.3.1 | 0.1.3.2 | 0.1.4.1 | 0.1.4.2 | 0.2.1.1 | 0.2.1.2 | 0.2.2.1 | 0.2.2.2 | 0.3.1.1 | 0.3.1.2 | 0.3.2.1 | 0.3.2.2 | 0.3.3.1 | 0.3.3.2 | | | | 0.3.4.1 | 0.3.4.2 |
| 0.1.1.1 | 1 | 5 | 7 | 5 | 5 | 1 | 7 | 9 | 1 | 5 | 5 | 7 | 9 | 9 | 9 | 9 | 5 | 7 | 9 | 7 | 6,10 | 0,12 | 0,14 |
| 0.1.1.2 | 0,20 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0,14 | 0,33 | 3 | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 1 | 3 | 5 | 5 | 2,44 | 0,05 | 0,05 |
| 0.1.2.1 | 0,14 | 0,33 | 1 | 0,20 | 0,14 | 0,11 | 0,20 | 0,20 | 0,11 | 0,20 | 0,20 | 1 | 0,33 | 3 | 3 | 3 | 0,33 | 1 | 3 | 1 | 0,93 | 0,02 | 0,02 |
| 0.1.2.2 | 0,20 | 0,33 | 5 | 1 | 1,00 | 0,14 | 0,33 | 5 | 0,14 | 0,33 | 0,33 | 5 | 5 | 7 | 7 | 7 | 1,00 | 5 | 7 | 5 | 3,14 | 0,06 | 0,04 |
| 0.1.3.1 | 0,20 | 1 | 7 | 1 | 1 | 0,14 | 1,00 | 5 | 0,11 | 1,00 | 0,20 | 7 | 3 | 7 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 7 | 3,53 | 0,07 | 0,05 |
| 0.1.3.2 | 1,00 | 7 | 9 | 7 | 7 | 1 | 3 | 9 | 1 | 5 | 5 | 7 | 7 | 9 | 9 | 9 | 5 | 7 | 9 | 7 | 6,20 | 0,12 | 0,14 |
| 0.1.4.1 | 0,14 | 3 | 5 | 3 | 3 | 0,33 | 1 | 5 | 0,14 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3,48 | 0,07 | 0,07 |
| 0.1.4.2 | 0,11 | 0,33 | 5 | 0,20 | 0,2 | 0,11 | 0,20 | 1 | 0,11 | 0,20 | 0,20 | 5 | 1 | 7 | 7 | 7 | 0,33 | 5 | 7 | 5 | 2,60 | 0,05 | 0,03 |
| 0.2.1.1 | 1,00 | 5 | 9 | 7 | 5 | 1,00 | 7 | 9 | 1 | 5 | 5 | 9 | 7 | 9 | 9 | 9 | 5 | 9 | 9 | 9 | 6,50 | 0,13 | 0,15 |
| 0.2.1.2 | 0,20 | 1 | 5 | 3 | 1 | 0,20 | 0,33 | 5 | 0,20 | 1 | 1 | 5 | 5 | 7 | 7 | 7 | 1 | 5 | 7 | 5 | 3,35 | 0,07 | 0,06 |
| 0.2.2.1 | 0,20 | 1 | 5 | 3 | 1 | 0,20 | 0,33 | 5 | 0,20 | 1,00 | 1 | 5 | 5 | 7 | 7 | 7 | 1 | 5 | 7 | 5 | 3,35 | 0,07 | 0,06 |
| 0.2.2.2 | 0,14 | 0,33 | 1 | 0,20 | 0,14 | 0,14 | 0,20 | 0,20 | 0,11 | 0,20 | 0,20 | 1 | 0,33 | 3 | 3 | 3 | 0,33 | 1 | 3 | 1 | 0,93 | 0,02 | 0,02 |
| 0.3.1.1 | 0,11 | 0,33 | 3 | 0,2 | 0,33 | 0,14 | 0,20 | 1,00 | 0,14 | 0,20 | 0,20 | 3 | 1 | 5 | 5 | 5 | 0,33 | 3 | 5 | 1 | 1,71 | 0,03 | 0,03 |
| 0.3.1.2 | 0,11 | 0,2 | 0,33 | 0,14 | 0,14 | 0,11 | 0,20 | 0,14 | 0,11 | 0,14 | 0,14 | 0,33 | 0,20 | 1 | 1 | 1 | 0,20 | 1,00 | 1 | 0,33 | 0,39 | 0,01 | 0,01 |
| 0.3.2.1 | 0,11 | 0,2 | 0,33 | 0,14 | 0,14 | 0,11 | 0,20 | 0,14 | 0,11 | 0,14 | 0,14 | 0,33 | 0,20 | 1,00 | 1 | 1 | 0,20 | 1,00 | 1 | 0,33 | 0,39 | 0,01 | 0,01 |
| 0.3.2.2 | 0,11 | 0,2 | 0,33 | 0,14 | 0,14 | 0,11 | 0,20 | 0,14 | 0,11 | 0,14 | 0,14 | 0,33 | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 1 | 0,20 | 1,00 | 1 | 0,33 | 0,39 | 0,01 | 0,01 |
| 0.3.3.1 | 0,20 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0,20 | 0,33 | 3 | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 1 | 3 | 5 | 3 | 2,25 | 0,05 | 0,05 |
| 0.3.3.2 | 0,14 | 0,33 | 1,00 | 0,20 | 0,14 | 0,14 | 0,20 | 0,20 | 0,11 | 0,20 | 0,20 | 1,00 | 0,33 | 1 | 1 | 1 | 0,33 | 1 | 3 | 1 | 0,63 | 0,01 | 0,02 |
| 0.3.4.1 | 0,11 | 0,2 | 0,33 | 0,14 | 0,14 | 0,11 | 0,20 | 0,14 | 0,11 | 0,14 | 0,14 | 0,33 | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,20 | 0,33 | 1 | 0,33 | 0,36 | 0,01 | 0,01 |
| 0.3.4.2 | 0,14 | 0,20 | 1 | 0,20 | 0,14 | 0,14 | 0,20 | 0,20 | 0,11 | 0,20 | 0,20 | 1,00 | 1,00 | 3 | 3 | 3 | 0,33 | 1,00 | 3 | 1 | 0,95 | 0,02 | 0,02 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 49,62 | 1,00 | 1,00 |

* КОВ по Expert Choice;

** КОВ по ASPER-D.

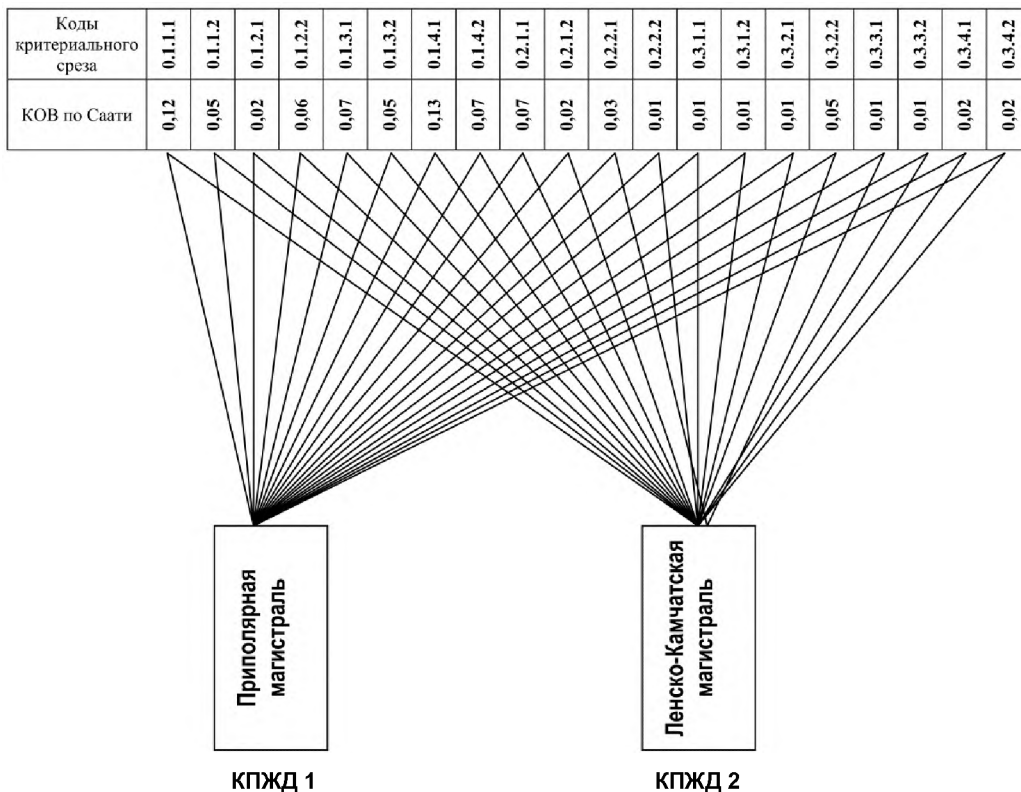


Рис. 4. КОВ критериального среза по Саати и схема оценки при базовом сценарии

Таблица 3

Оценочная матрица по Саати

| Альтернатива | Базовый сценарий |
|--------------|------------------|
| ЛКМ | 0,176 |
| ПМ | 0,824 |

Сценарии-контрасты

| 1. Модель экономики и общества России в интервале 2020–2035 гг. | | |
|---|---|--|
| 1.1. Рыночная экономика с сильным государственным регулированием и ориентацией в своем развитии на Восточный вектор | 1.2. Экономика при ситуационном государственном регулировании и многовекторной ориентацией в своем развитии | 1.3. Рыночная экономика при слабом государственном регулировании и ориентацией в своем развитии на Западный вектор |

Примечание. Сценарии в табл. 4 далее именуется как:

- 1.1 – Сценарий I;
- 1.2 – Сценарий II;
- 1.3 – Сценарий III.

Видно, что в рамках принятых предпосылок в оценочной матрице (табл. 5) нет доминирующего КПЖД и, следовательно, имеется неопределенность выбора. Анализ оценочной матрицы по критериям теории принятия решений тем не менее показал, что проект ПМ предпочтительнее по всем (табл. 6) критериям. Однако если принять вероятность актуализации Сценарий II 0,5 и выше, то наиболее предпочтительным оказывается проект ЛКМ.

Таблица 5

Оценочная матрица – ASPER-D

| Альтернатива / Сценарий | Сценарий I | Сценарий II | Сценарий III |
|-------------------------|------------|-------------|--------------|
| ЛКМ | 0,89 | 0,29 | 0,65 |
| ПМ | 0,21 | 0,82 | 0,45 |

Таблица 6

Распределение вероятности актуализации сценариев (для критериев Байеса, Ходжа – Лемана, Гермейера)

| Сумма | 1 | 2 | 3 |
|-------|-----|-----|-----|
| 1 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |

Для поверочного расчета с помощью программного продукта GLOBALD были использованы КОВ, полученные выше с помощью программного продукта ASPER. Результирующая табл. 7 выглядит следующим образом.

Таблица 7

Результирующая матрица – GLOBALD

| Критерии | Альтернативы | |
|-----------------------|--------------|---|
| | 1 | 2 |
| Вальд | * | |
| Максимакс | * | |
| Сэвидж | * | |
| Гурвиц | * | |
| Байес | * | |
| Лаплас | * | |
| Обобщенный Гурвиц (П) | * | |
| Обобщенный Гурвиц (О) | * | |
| Ходж – Леман | * | |
| Гермейер | * | |

Выводы

1. Экспериментальные расчеты, результаты которых продемонстрированы в настоящей статье, показали, что использование экспертных технологий при оценке крупномасштабных инвестиционных проектов (типа железнодорожных, рассмотренных выше) в рамках разных компьютерных продуктов, предназначенных для поддержки инвестиционных решений, дают разные оценки общественной эффективности анализируемых альтернатив.

2. Так, сравнение оценок общественной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов Приполярной (ПМ) и Ленско-Кмчатской магистралей (ЛКМ), намечаемых к сооружению в долгосрочной перспективе, показало несовпадение оценок, произведенных с помощью Expert Choice и ASPER-D: в первом случае наиболее предпочтительной оказалась ПМ, во втором также ПМ, но при некоторых конфигурациях исходных предпосылок наиболее предпочтительной оказывается ЛКМ.

3. Различие в оценках объясняется разными подходами в указанных продуктах фактора неопределенности. В Expert Choice он не учитывается, т. е. подход к оценке является детерминистским; в ASPER-D учитывается как вероятностная, так и радикальная неопределенность. И несмотря на некоторую «расплывчатость» оценок ASPER-D, как представляется, продукт более релевантен ситуации слабоструктуризованности проблемы оценки крупномасштабных проектов на предынвестиционной стадии.

4. В целом наш эксперимент подтверждает правильность основных положений системной парадигмы Я. Корнаи и неосистемного подхода к оценке крупномасштабных проектов. А именно: интегративность в новосистемном подходе понимается иначе, чем в прежнем системном подходе, который был междисциплинарным, идущим от частного к общему, в то время как неосистемный подход базируется на представлении исходной целостности объекта оценки, а оценка эффективности подсистем осуществляется по принципу от общего к частному.

5. Наш эксперимент показал, что оба подхода следует использовать как взаимодополняющие при обязательном учете фактора неопределенности. На предынвестиционной стадии крупномасштабных железнодорожных проектов данное положение должно реализоваться в кантианской традиции, т. е. не как гипотетический, но как категорический императив.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-010-00161 А.

Литература

1. Корнаи, Я. Системная парадигма / Я. Корнаи // Вопросы экономики. – 2002. – № 4. – С. 4–22.
2. Клейнер, Г.Б. Системная парадигма в экономических исследованиях: новый подход / Г.Б. Клейнер. – <http://kleiner.ru/wp-content/uploads/2014/12/Sistemnaya-paradigma-v-e%60konomicheskikh-issledovaniyah.pdf> (дата обращения: 09.01.2019).
3. Клейнер, Г.Б. Эволюция институциональных систем / Г.Б. Клейнер. – М.: Наука, 2004. – 240 с.
4. Merton, Robert K. *On Sociological Theories of the middle range* / Robert K. Merton // *On Theoretical Sociology. Five Essays. Old and New.* – N.-I: Free Press; L.: Macmillan, 1967.
5. Квейд, Э. Анализ сложных систем / Э. Квейд; пер. с англ. под ред. И.И. Ануреева, И.М. Верецагина. – М.: Советское радио, 1969. – 520 с.
6. Хитч, Чарльз Дж. Военная экономика в ядерный век: пер. с англ. / Чарльз Хитч, Роланд Маккин; под ред. и с предисл. [с. 5–25] канд. экон. наук полк. А.А. Корниенко и канд. ист. наук кап. 1 ранга В.М. Кулакова. – М.: Воениздат, 1964. – 624 с.
7. Шнейдер, Ю.А. Теория множеств и теория систем / Ю.А. Шнейдер // Системные исследования. Ежегодник 1978. – С. 70–85.
8. Петраков, Н.Я. Фактор неопределенности и управление экономическими системами / Н.Я. Петраков, В.И. Ротарь; отв. ред. докт. физ.-мат. наук С.А. Айвазян. – М.: Наука, 1985. – 191 с.
9. Saaty T.L. *The analytic hierarchy process.* – N.-Y.: McGraw Hill, 1980. – 288 p. DOI: 10.21236/ADA214804
10. <http://www.gorskiy.ru/Articles/Dmss/AHP.html> (дата обращения: 21. 02. 2019).

11. Подиновский, В.В. О некорректности метода анализа иерархий / В.В. Подиновский, О.В. Подиновская // Проблемы управления. – 2011. – № 1. – С. 8–13.

12. Boyle, H.F. Investment Analysis: US Oil and Gas Producers Score High in University Survey / H.F. Boyle, G.K. Sehenck // Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium, Dallas, 14–15 March, 1985.

13. Saaty, T. Decision making with the analytic hierarchy process / T. Saaty // International journal of services sciences. – 2008. – Vol. 1. – P. 83–98. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590

14. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

15. Хуторецкий, А.Б. Экспертное оценивание объектов по неквантифицируемому критерию с помощью модели Бержа – Брука – Буркова: препринт / А.Б. Хуторецкий. – Новосибирск: ИЭ и ОПП СО РАН, 1994. – 15 с.

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

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

Поступила в редакцию 17 апреля 2019 г.

DOI: 10.14529/ctcr190310

EVALUATION OF LARGE-SCALE RAILWAY PROJECTS: AN UNSYSTEM APPROACH

E.B. Kibalov¹, kibalovE@mail.ru,

D.D. Shibikin², wanderer-di.di@ya.ru

¹ *Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation,*

² *Siberian Transport University, Novosibirsk, Russian Federation*

The problem of assessing the social effectiveness of large-scale railway projects (hereinafter referred to as the CPAW) is considered in this article in the light of J. Kornais system paradigm and its instrumental specification as a non-system approach. In this context, the CPCR is analyzed as large and complex socio-technical systems. The objects of research are the Lensko-Kamchatskaya and Subpolar railway lines, which are at the stage of pre-investment studies in the first case and partially implemented in the second, when the uncertainty of costs and results is extremely high. To assess the comparative effectiveness of these projects, computer products were used – foreign and domestic, designed to work within the framework of the theory of making complex decisions with semi-verbal models and expert information. Computational experiments have shown that different computer products, as a means of supporting investment decision-making procedures, give analysts different recommendations about the preference of compared projects. It is shown that the reason is inadequate accounting for foreign products (as applied to large-scale projects) of the uncertainty factor. The conclusion is made about the productivity of the tools of the neosystemic approach implemented by the authors of the article as an integrator of verbal and mathematical models in evaluating large-scale projects in a situation of uncertainty.

Keywords: large-scale railway project, system paradigm, neo-system approach, computer product, Lensko-Kamchatka highway, Subpolar highway, criteria of the theory of decision making.

References

1. Kornai I. [Systemic Paradigm]. *Questions of Economics*, 2002, no. 4, p. 4–22. (in Russ.)
2. Kleiner G.B. *Sistemnaya paradigma v ekonomicheskikh issledovaniyakh: novyy podkhod* [Systemic Paradigm in Economic Research: a New Approach]. Available at: <http://kleiner.ru/wp-content/uploads/2014/12/Sistemnaya-paradigma-v-e%60konomicheskikh-issledovaniyayah.pdf> (accessed 09.01.2019).
3. Kleiner G.B. *Evolutsiya institutsional'nykh sistem* [The Evolution of Institutional Systems]. Moscow, Science Publ., 2004. 240 p.
4. Merton Robert K. On Sociological Theory of the Middle Range. *On Theoretical Sociology. Five Essays. Old and New*. N.-I., Free Press; L., Macmillan, 1967.
5. Quaid E. *Analiz slozhnykh sistem* [Analysis of Complex Systems]. Moscow, Soviet Radio Publ., 1969. 520 p.
6. Charles Hitch, Roland N. McKean. *Voennaya ekonomika v yadernyy vek* [The Military Economy in the Nuclear Age]. Moscow, Military Publ., 1964. 624 p.
7. Schneider Yu.A. [Set Theory and System Theory]. *System Research. Yearbook 1978*, 1978, pp. 70–85. (in Russ.)
8. Petrakov N.Y., Rotar V.I. *Faktor neopredelennosti i upravlenie ekonomicheskimi sistemami* [Uncertainty Factor and Management of Economic Systems]. Moscow, Science Publ., 1985. 191 p.
9. Saaty T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. N.-Y., McGraw Hill, 1980. 288 p. DOI: 10.21236/ADA214804
10. <http://www.gorskiy.ru/Articles/Dmss/AHP.html> (accessed 21.02.2019).
11. Podinovskiy V.V., Podinovskaya O.V. [On the Incorrectness of the Hierarchy Analysis Method]. *Management Problems*, 2011, no. 1, pp. 8–13. (in Russ.)
12. Boyle H.F., Sehenck G.K. Investment Analysis: US Oil and Gas Producers Score High in University Survey. *Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium*, Dallas, 14–15 March, 1985.
13. Saaty T. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 2008, vol. 1, pp. 83–98. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590
14. Saaty T. *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy* [Decision Making. Hierarchy Analysis Method]. Moscow, Radio and Communication Publ., 1993. 320 p.
15. Hutoretzky A.B. *Ekspertnoe otsenivanie ob"ektov po nekvantifitsiruemomu kriteriyu s pomoshch'yu modeli Berzha – Bruka – Burkova* [Expert Assessment of Objects According to an Unquantifiable Criterion Using the Berge-Bruck-Burkov Model]. Preprint. Novosibirsk, IE and OPP SB RAS Publ., 1994. 15 p.

Received 17 April 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Кибалов, Е.Б. Оценка крупномасштабных железнодорожных проектов: неосистемный подход / Е.Б. Кибалов, Д.Д. Шибикин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 104–115. DOI: 10.14529/ctcr190310

FOR CITATION

Kibalov E.B., Shibikin D.D. Evaluation of Large-Scale Railway Projects: an Unsystem Approach. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2019, vol. 19, no. 3, pp. 104–115. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr190310