

ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

М.В. Пятаев

Сибирский государственный университет путей сообщения

Аннотация

Рассматривается проблема двухкритериального выбора инвестиционных альтернатив на примере создания транспортно-логистического центра. Анализируются равномерность освоения инвестиций во времени и минимальные дисконтированные затраты. Показаны алгоритм и механизм выбора оптимальных по Парето инвестиционных альтернатив.

Ключевые слова: транспортно-логистический, кластер, оптимум по Парето, ритмичность, равномерность освоения инвестиций, многокритериальный

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Транспортно-логистический центр (ТЛЦ) понимается в настоящей статье как ядро транспортно-логистического кластера (ТЛК), создаваемого на основе крупного транспортного узла. В качестве последнего в статье рассматривается Новосибирский транспортный узел. Инвестиции в транспортно-логистический центр – это первый этап формирования Новосибирского ТЛК. Проект в анализируемом случае крупномасштабный и долгосрочный, и поэтому при оценке его ожидаемой экономической эффективности, как показано в работах [1, 2], следует учесть фактор неопределенности, что логически обусловливается указанными характеристиками проекта.

Постановка задачи оценки опирается на следующие разработки и исследования: 1) разработана стратегия формирования Новосибир-

ского ТЛК [3]; 2) определены структура Новосибирского ТЛЦ и сметная стоимость объектов ТЛЦ; 3) рассчитан нормативный срок строительства объектов ТЛЦ [4–6]. Стратегия формирования ТЛК определяет проект как проблему федерального ранга с соответствующим механизмом государственно-частного партнерства (ГЧП). Определение структуры ТЛЦ и сметной стоимости его объектов опирается на пионерные исследования по проблеме, представленные в работе [4]. Сроки строительства объектов ТЛЦ основываются на методе аналогий этих объектов с объектами-представителями, сроки строительства которых регламентированы действующими нормативными документами.

Состав и содержание вышеупомянутых разработок и исследований указывают на предпроектный, научно-исследовательский характер анализа проекта, что не отменяет, а предполагает реализацию всех последующих этапов технико-экономического проектирования (обоснования) с повторением аналитических процедур оценки эффективности на каждом этапе с учетом его специфики.

На данном, предпроектном, этапе ставится задача определения в рамках указанных исследований наиболее предпочтительного варианта «размещения» на временной шкале инвестиций в каждый объект ТЛЦ таким образом, чтобы при соблюдении заданного срока завершения всего проекта и, следовательно, ввода в действие ТЛЦ в полном составе ожидаемые издержки были минимальными. При этом задача рассматривается как двухкритериальная, когда одним критерием является величина дисконтированных инвестиционных затрат по проекту, а другим – неравномерность освоения инвестиционных средств (так называемые затраты аритмии), возникающая из-за неравномерности инвестиций по годам реализации проекта.

Поясним необходимость учета неравномерности освоения инвестиционных средств. Для государства (в рамках проектов ГЧП) необходим такой план строительства, при котором финансовые ресурсы расходовались бы прежде всего равномерно, что есть предпосылка стабильности экономики. В этом смысле масштабные выплаты провоцируют всплеск инфляции, правда, отложенный во времени. С другой стороны, периоды сокращения расходования средств сопровождаются безработицей, что и ведет к возникновению «качелей нестабиль-

ности». Действия частных инвесторов (и строительных подрядчиков), стремящихся минимизировать все виды затрат при крупномасштабном проекте, нередко способствуют увеличению амплитуды раскачки «качелей», что наблюдается, кстати, сегодня, в период кризиса.

Так, Счетная палата РФ в 2007 и 2008 гг. указала на сохраняющуюся неравномерность среднемесячных расходов федерального бюджета. В связи с неравномерностью расходования бюджетных средств в течение года значительный объем средств используется в IV квартале и составляет 38,4% годового бюджетного назначения, что негативным образом сказывается на качестве управления государственными финансами [7].

Влияние равномерности использования денежных средств при реализации крупномасштабных инвестиционных проектов на основные социально-экономические показатели показано в виде структурной схемы на рис. 1. Предложенная классификация, в которой эффективность представлена как функция равномерности, включает два уровня.

На уровне строительных организаций эффективное использование основных средств заключается в равномерной загрузке производственных мощностей на протяжении всего периода строительства, что ведет к ликвидации простоев основных производственных фондов [8].

Эффективное использование трудовых ресурсов заключается в ликвидации простоев из-за отсутствия фронта работ, обуславливающего текучесть рабочих кадров. В то же время периоды штурмовщины ведут к непроизводительным затратам на оплату сверхурочных работ, к ухудшению качества работ, браку и переделкам, а также к нарушению режима труда и отдыха работников, что в конечном итоге негативно сказывается на производительности их труда [8].

Эффективное использование оборотных средств, обеспечиваемое их равномерным расходованием, заключается в отсутствии на балансе организации оборотных средств, превышающих действительную потребность. Наоборот, наличие таковых приводит к омертвлению ресурсов, неэффективному их использованию. В то же время обеспеченность оборотными средствами в точном соответствии с потреб-

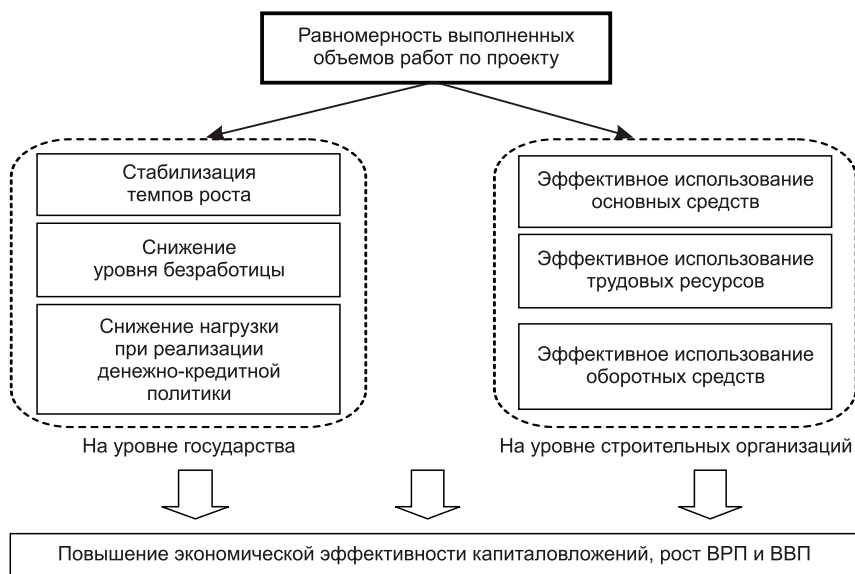


Рис. 1. Влияние равномерности использования денежных средств на социально-экономические показатели

ностью – залог того, что объекты строительства будут сданы в директивные сроки [8–10].

На уровне государства схема включает в себя показатели, характеризующие влияние равномерности осваиваемых инвестиций на социально-экономическую ситуацию в регионе, а при крупномасштабном строительстве – в стране в целом.

На показатель стабилизации темпов роста в первую очередь влияет инфляция. Неравномерность распределения расходов бюджета в течение года приводит к резкому увеличению количества денег в экономике в декабре–январе и к регулярным всплескам инфляции в начале года. Отставание по расходам компенсируется во второй половине года, причем в основном в последние месяцы. Пик расходов традиционно приходится на ноябрь–декабрь, что создает так называемый инфляционный навес. При неравномерном инвестировании проектов указанные явления усугубляются.

Снижение нагрузки при реализации денежно-кредитной политики достигается путем равномерного расхода бюджетных средств, препятствующего образованию инфляционного навеса и создающего, таким образом, благоприятные условия для проведения эффективной денежно-кредитной политики.

Снижение уровня безработицы является следствием равномерного освоения инвестиционных средств. Неравномерное их освоение ведет к сокращению фронта работ в отдельные периоды строительства, что, в свою очередь, приводит к сокращению численности рабочих мест. Равномерная трудовая загрузка рабочих гарантирует постоянную занятость населения и стабильную оплату труда.

Таким образом, в нашем случае необходимо выбрать такой план реализации проекта создания ТЛК, при котором оптимально взаимодействуют две системы интересов и, следовательно, показателей (неравномерность освоения инвестиционных средств и величина дисконтированных инвестиционных затрат по проекту). Названные критерии в известной степени противоречивы, и нахождение инвестиционного варианта проекта, оптимального по Парето, является центральным звеном экономической логики, положенной в основу настоящей постановки задачи.

Укажем еще на одну общую предпосылку, касающуюся учета фактора неопределенности. Считается, что «верхний слой» неопределенности при создании ТЛЦ «вскрыт» при оценке и выборе стратегии создания ТЛК. При анализе проекта, реализующего выбранную стратегию, «вскрывается» следующий (но не последний!) слой неопределенности, заключающийся в оценке коэффициентов, взвешивающих дисконтированные затраты и затраты аритмии по проекту. Здесь с учетом предварительного, ориентировочного характера оценки и отсутствия должной нормативной базы используются экспертные технологии и статистические приемы выявления согласованности экспертных суждений. Отправляясь от них, далее находят точку приемлемого компромисса на переговорной кривой, состоящей из множества оптимальных по Парето точек – инвестиционных вариантов проекта [11, 12].

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ

Обозначенная нами научная проблема выбора оптимального инвестиционного плана на основе двух критериев – минимума дисконтированных затрат и равномерного освоения инвестиций во времени формализована в работе [13]. Приводим формулы (1)–(3), чтобы пояснить способы минимизации указанных критериев.

Предположим, что известна укрупненная сетевая модель проекта в части его строительного цикла, т.е. ориентированный граф без контуров (сеть) $G = (X, E)$, где X – множество вершин (событий); E – множество дуг (работ) сети G . Заданы ранняя возможная дата начала строительства объекта T_0 и срок завершения строительства объекта T_d . Для каждой работы (i, j) определены сметная себестоимость c_{ij} (сметная стоимость за вычетом нормативной прибыли) и продолжительность t_{ij} (в принятых единицах времени) – целое число.

Нужно найти календарный план строительства объекта $x = (T_{ij}|(i, j))$, где T_{ij} – срок начала работы (i, j) .

Искомый календарный план должен удовлетворять следующим условиям:

$$T_0 \leq T_{ij} \leq T_d, (i, j) \in E; \quad (1)$$

$$T_{ij} + t_{ij} \leq T_{jk}, (i, j) \in E, (j, k) \in E; \quad (2)$$

$$T_{ij} \text{ целые, } (i, j) \in E. \quad (3)$$

Пусть $t \in \{T_0+1, \dots, T_d\}$ и $x = (T_{ij}|(i, j))$ – произвольный календарный план, удовлетворяющий условиям (1)–(3). Опишем множество работ, происходящих в единичный период $[t-1; t]$ при плане x :

$$t(x) = \{(i, j) \in E \mid t - T_{ij} \leq t_{ij} < t\} = \{(i, j) \in E \mid t - t_{ij} \leq T_{ij} < t\}.$$

Предположим, что финансовые ресурсы инвестора на каждой работе (i, j) расходуются равномерно в течение ее выполнения. Тогда интенсивность использования средств на работе (i, j) не зависит от календарного плана и равна c_{ij}/t_{ij} . Потребность в оборотных средствах на строительство рассматриваемого объекта в промежутке $[t-1; t]$ при календарном плане x описывается следующим образом:

$$F_t(x) = \sum_{(i,j)} \frac{c_{ij}}{t_{ij}}$$

Пусть $A(t)$ – величина оборотных средств, предназначенных инвестором для покрытия осуществляемых в промежутке $[t - 1; t]$ затрат на строительство объекта. Введем обозначения для моментов начала и конца строительства при плане x :

$$T_0(x) = \min \{T_{ij}(i, j)\}, \quad T_1(x) = \max \{T_{ij} + t_{ij}(i, j)\}.$$

В рамках исследования нами разработаны два различных подхода к определению оптимальных по Парето планов строительства для нашего случая.

Первый подход. Величина $(x) \sum_{t=T_0(x)+1}^{T_1(x)} |F_t(x) - A(x)|$ характеризует

финансовую неравномерность процесса строительства при плане x , возникающую из-за несовпадения потребности в оборотных средствах в периоде $[t - 1; t]$ и их наличия у инвестора; неравномерность (x) желательно минимизировать.

Величину связывания оборотных средств инвестора (далее – связывание) при плане x характеризует величина $(x) \sum_{t=T_0(x)+1}^{T_1(x)} (T_1 - t)F_t(x)$,

которую тоже хотелось бы уменьшить*.

Можно выбрать критерий оптимальности следующим образом:

$$\begin{aligned} (x) \quad & \min \\ (x) \quad & \min \end{aligned} \tag{4}$$

Имеем векторный критерий оптимальности (x) и (x) , компоненты которого несогласованны: планы, оптимальные по одному из

* Экономический смысл связывания средств в общем случае состоит в том, что если оборотные активы любой организации вкладываются на определенный срок в осуществление какого-либо проекта и не дают организации денежной прибыли до момента завершения проекта, то организация заинтересована в сокращении срока реализации проекта, так как это уменьшает период отвлечения ее оборотных активов в данный проект и позволяет высвободившиеся средства вложить в другие, не менее эффективные проекты.

указанных критериев, в общем случае неоптимальны по другому критерию.

Второй подход. Финансовую неравномерность расходования денежных средств предлагается измерить с помощью аналога коэффициента Джини – показателя, обычно используемого для оценки степени отклонения фактического распределения доходов между различными получателями в диапазоне от абсолютного равенства до абсолютного неравенства. Если у всех граждан доходы одинаковы, то коэффициент Джини равен нулю, если же допустить гипотезу о концентрации всех доходов у одного человека, коэффициент будет равен единице. Отождествив получателей доходов с временными интервалами реализации проекта, а их доходы – с уровнями инвестиций, планируемых к осуществлению в определенный календарный промежуток, получаем возможность оценить степень отклонения вариантов распределения денежного потока от равномерного. Тогда кривая Лоренца графическими средствами отобразит сравнительный уровень аритмии при альтернативных планах x [10].

В этом случае финансовая неравномерность процесса строительства будет определяться величиной

$$Cini(x) = 1 - \frac{\sum_{t=T_0(x)+1}^{T_d} (Z_{t-1}(x) - Z_t(x))(W_{t-1}(x) - W_t(x))}{\sum_{t=T_0(x)+1}^{T_d} (Z_{t-1}(x) - Z_t(x)) \cdot (W_{t-1}(x) - W_t(x))},$$

где $W_{t-1}(x) - W_t(x)$ – доля расходов, относящаяся к t интервалу для плана (x) ; $Z_{t-1}(x) - Z_t(x)$ – доля суммарного расхода, приходящаяся на начало и конец интервала t для плана (x) .

Вторым критерием, используемым в этом подходе, будет приведенная стоимость затрат к начальному периоду:

$$(x) = \sum_{t=T_0(x)+1}^{T_d} \frac{F_x(t)}{(1-r)^t}.$$

Критерий оптимальности имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} Cini(x) & \min \\ (x) & \min \end{aligned} \quad (5)$$

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ АЛЬТЕРНАТИВ

Расчеты проводились при разработке проекта как первой стадии создания Новосибирского ТЛК в составе Стратегии социально-экономического развития Новосибирской области до 2025 года. Для расчетов использовался упрощенный вариант модели (1)–(5); с его помощью определялся наиболее предпочтительный инвестиционный план x .

В упрощенном варианте проект представлялся как ориентированный граф с одной начальной (запуск проекта) и одной конечной (завершение проекта) вершинами. Дуги графа отождествлялись с работами – операциями по сооружению отдельных объектов проекта. Для различения работ-операций (i, j) в терминах их начальных событий i и конечных событий j принималось, что все работы плана x теоретически могут начинаться в момент запуска проекта и заканчиваться в момент его завершения. В топологии сетевого графа это отражалось посредством соединения события i начала проекта, общего для всех работ-операций (i, j) , с различными событиями j завершения работ-операций (i, j) . События j соединялись с завершающим событием – окончанием проекта фиктивными работами. Различные инвестиционные планы x (далее – инвестиционные альтернативы) в рамках упрощенной сетевой модели генерировались с помощью специально разработанной автором компьютерной программы «Вектор сдвига». Программа является надстройкой к продукту сетевого планирования Microsoft Project, который дает возможность программирования объектов, в том числе и объектов Project, с помощью встроенного языка программирования Visual Basic for Application (VBA). С использованием инструмента VBA спрограммирован код программы, который позволяет генерировать вектор сдвига инвестиционных планов таким образом, что время начала работ изменяется в пределах времени, отведенного на сооружение ТЛЦ. Код разработанной программы представлен в виде блок-схемы на рис. 2.

С использованием программы «Вектор сдвига» было сгенерировано более 60 инвестиционных альтернатив. Каждая альтернатива ха-

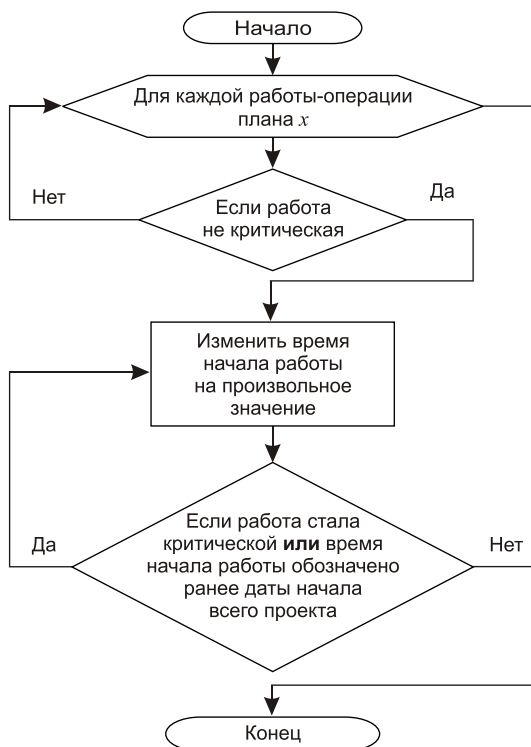


Рис. 2. Блок-схема работы программы «Вектор сдвига»

характеризуется неравномерностью расходования инвестиционных средств и определенными дисконтированными затратами. При помощи пакета анализа данных программы Project данные о денежных притоках-оттоках по каждому объекту ТЛЦ экспортируются в пакет Excel. С помощью Excel рассчитываются (x) и (x) (а также $Gini(x)$ и (x)) для каждой инвестиционной альтернативы.

В рамках первого способа имеем векторный критерий оптимальности (x) и (x) , компоненты которого несогласованны: планы, оптимальные по одному из указанных критериев, в общем случае неоптимальны по другому критерию.

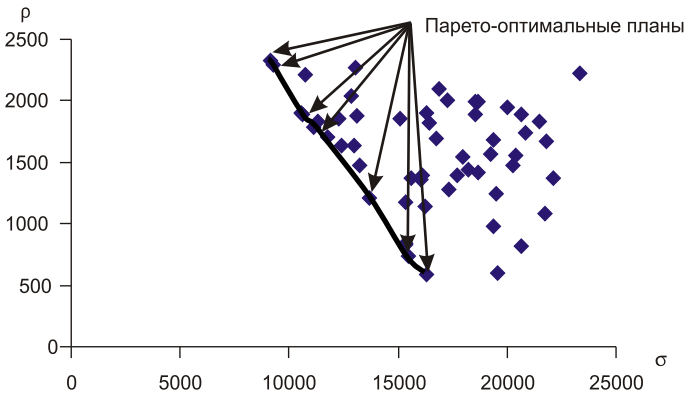


Рис. 3. Эффективные по Парето планы, полученные с помощью имитации, в пространстве критериев ρ и σ

Критерии (x) и (x) имеют одинаковую размерность (руб. год) и, по сути, являются ресурсно-технологическими. В пространстве этих критериев существует область, образованная планами, допустимыми

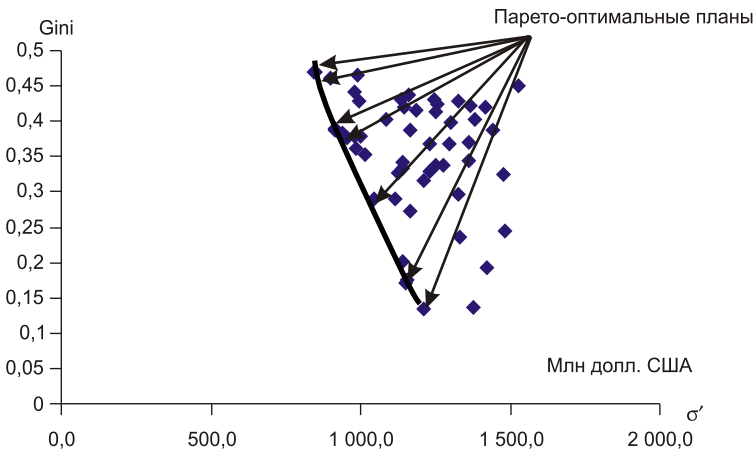


Рис. 4. Эффективные по Парето планы, полученные с помощью имитации, в пространстве критериев Gini и σ'

по условиям (1)–(3). «Юго-западную» границу этой области образуют точки, соответствующие планам, оптимальным по Парето (рис. 3).

В рамках второго способа в пространстве критериев $Gini(x)$ и (x) также существует область, образованная планами, допустимыми по условиям (1)–(3) (рис. 4).

Два представленных подхода позволили выявить оптимальные по Парето планы реализации инвестиционно-строительной программы ТЛЦ, причем в обоих случаях оптимальные планы оказались одинаковыми. Данный результат свидетельствует о способности предложенной модели выявлять устойчивые Парето-оптимальные планы.

С точки зрения удобства интерпретации для инвесторов предпочтителен второй подход, в котором используются критерии $Gini$ и (x) . В сравнении с критерием индекс Джини более удобен, поскольку принимает значения в интервале между нулем и единицей, таким образом, инвестор может установить предельное значение неравномерности, а кривая Лоренца дает возможность *визуально* (рис. 5) сравнивать различные инвестиционные альтернативы по критерию неравномерности расходования средств.

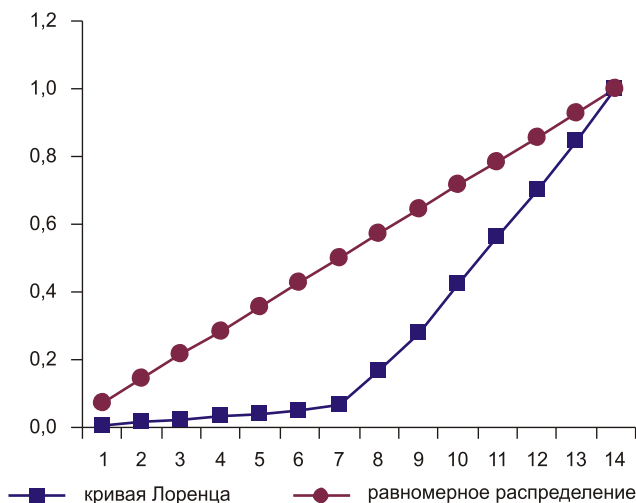


Рис. 5. Кривая Лоренца неравномерного освоения инвестиций

Тем не менее Парето-оптимальных (эффективных) исходов в любом случае несколько, и невозможно дать однозначный ответ на вопрос о том, какой из эффективных планов следует считать оптимальным, так как любые два эффективных плана не сравнимы относительно доминирования по Парето. То есть неопределенность выбора сохраняется, и для ее преодоления необходима дополнительная информация об относительной важности критериев.

Принятие решения в подобных случаях ложится на инвестора. Наиболее распространенный метод получения дополнительной информации основан на упорядочении критериев по их относительной важности, которую можно установить при помощи экспертных процедур. В нашем случае экспертам было предъявлено двухуровневое дерево целей. Им подробно разъяснили изложенную выше проблему (см. рис. 1), после чего был задан вопрос: «Если цель в общем виде определить как *выгодность инвестиционного плана*, а достижение этой цели обеспечивается через достижение подцелей, состоящих в *равномерном освоении инвестиций во времени и минимальных дисконтированных затратах*, то как Вы упорядочите по важности указанные подцели?».

Проведенная предварительная экспертиза по исчислению коэффициентов относительной важности с использованием программы «ORDEX» позволила получить следующие значения коэффициентов относительной важности: $k = 0,4$ (равномерное освоение инвестиций во времени) и $d = 0,6$ (минимальные дисконтированные затраты). Однако степень согласованности экспертных суждений, определенная с помощью методики, представленной в работе [14], оказалась невысокой, и в настоящее время проводится повторный тур экспертизы при новом составе экспертной группы.

Литература

1. Кибалов Е.Б., Кин А.А. Проблема учета фактора неопределенности при оценке ожидаемой эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов // Регион: экономика и социология. – 2007. – № 3. – С. 67–91.

2. **Кибалов Е.Б., Комаров К.Л., Пахомов К.А.** Транспортно-логистический кластер Новосибирской области: модель формирования и оценки эффективности // Регион: экономика и социология. – 2007. – № 3. – С. 42–54.
3. **Стратегия** социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www3.adm.nso.ru/glaveu/doc/474pg07.zip> (дата обращения 02.05.2009).
4. **Новосибирский** мультимодальный узел / Под общ. ред. К.Л. Комарова. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2001. – 351 с.
5. **Инвестиционная** деятельность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www3.adm.nso.ru/_1pages/ru/invest1/project1.php?id=58 (дата обращения 20.01.2009).
6. **Стратегия** развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://doc.rzd.ru/wps/portal/doc?STRUCTURE_ID=5086#3903 (дата обращения 02.05.2009).
7. **Отчет** о работе Счетной палаты Российской Федерации в 2008 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ach.gov.ru/doc/2009/report2008.pdf> (дата обращения 02.05.2009).
8. **Галкин И.Г.** Вопросы ритмичности и задела в строительстве. – М.: Госстройиздат, 1962. – 170 с.
9. **Пальма И.С., Эльдгорт Л.Г.** Применение метода корреляции в строительстве. – М.: Статистика, 1971. – 224 с.
10. **Лившиц Ф.Д.** Статистические показатели степени ритмичности производства и выполнения плана // Ученые записки по статистике. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – Т. 5. – С. 95–162.
11. **Ногин В.Д.** Принятие решений при многих критериях. – СПб.: Изд-во ЮТАС, 2007. – 104 с.
12. **Моисеев Н.Н.** Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
13. **Кибалов Е.Б., Хуторецкий А.Б.** Задача объемно-календарного планирования строительного производства // Экономика и математические методы. – 1976. – Т. XII, вып. 6. – С. 1092–1103.
14. **Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г.** Математико-статистические методы экспертных оценок. – 2-е изд. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.