

## МЕТОДЫ ЭКСПЕРТИЗЫ КРУПНОМАСШТАБНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРОЕКТА

**Владимир Викторович Цыганов**, д-р. техн. наук., гл. науч. сотр.

E-mail: [bbc@ipu.rssi.ru](mailto:bbc@ipu.rssi.ru)

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

<http://www.ipu.ru>

**Дмитрий Сергеевич Кадымов**, канд. экон. наук, советник руководителя

E-mail: [kadymov@presidium.ras.ru](mailto:kadymov@presidium.ras.ru)

Федеральное агентство научных организаций (ФАНО)

<http://fano.gov.ru/ru>

В статье сформулированы принципы, охарактеризованы модели, методы, алгоритмы и методики экспертизы крупномасштабного транспортного инвестиционного проекта наподобие реконструкции инфраструктуры Восточного полигона железных дорог России (БАМа и Транссиба) или строительства высокоскоростной магистрали Москва – Казань. В процессе экспертизы используется бенчмаркинг – поиск и анализ аналогичных проектов и составляющих их программ, реализованных на российском и международном рынках. Описаны методы экспертизы соответствия стоимости мероприятий и программ транспортного проекта стоимости отечественных и зарубежных аналогов.

*Ключевые слова:* транспорт, проект, реконструкция, крупномасштабный, аудит, технология, цена, инфраструктура, железнодорожный транспорт, пропускная способность.

В последние годы активно обсуждаются крупномасштабные транспортные инвестиционные проекты, такие как реконструкция инфраструктуры Восточного полигона железных дорог России (БАМа и Транссиба) или строительства высокоскоростной магистрали «Москва – Казань».

**Пример – проект комплексной реконструкции Восточного полигона.** Проект развития Восточного полигона – Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей (кратко – Проект) – разработан с учетом как перспектив и приоритетов развития России, так и мировой экономической конъюнктуры [1]. Грузооборот на Восточном полигоне за последние 10 лет вырос более чем на 50% (с 340 до 570 млрд тонно-км) при среднем росте по сети железных дорог в 33%. Однако существующие ограничения пропускной и провозной способности БАМа и Транссиба не позволяют удовлетворить растущий спрос на перевозки грузов в этом направлении. В результате выполнения Проекта прирост пропускных способностей в восточном направлении к 2018 г. составит более 55 млн тонн по сравнению с уровнем 2012 г. Это позволит задействовать дополнительно до 40 тыс. рабочих мест на период проведения самих работ, а также в процессе эксплуатации. Общая потребность в инвестициях по программе развития железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона в период 2013–2017 гг. оценивается в 562,3 млрд руб., из которых 260,2 млрд руб. приходится на федеральный бюджет и 302,1 млрд руб. – на бюджет ОАО «РЖД».



**В.В. Цыганов**



**Д.С. Кадымов**

Центральная проблема проведения технической экспертизы крупномасштабного инвестиционного проекта – определение степени детализации (глубины) исследования и построение адекватных иерархи-

ческих моделей оптимизации. После этого определяются оптимальные решения программы проекта. Степень эффективности Проекта определяется путем сопоставления фактических решений с оптимальными. Методы проведения экспертизы включают также определение соответствия решений существующим государственным и отраслевым нормативным документам, нормам и нормативам; сопоставление их с аналогичными российскими и зарубежными решениями (внутренний и международный бенчмаркинг); анализ и выявление противоречий в обосновании Проекта.

В частности, был проведен технический анализ проекта комплексной реконструкции восточной части БАМа: Тында – Комсомольск-на-Амуре – Ванинско-Совгаваньский транспортный узел (ВСТУ), а также линии Волочаевка II – Комсомольск Сорт. Проведен поиск и анализ аналогичных программ на российском и международном рынках. Исследовано соответствие стоимости Проекта стоимости проектов-аналогов по основным видам мероприятий, таких как автоблокировка и диспетчерская централизация, разъезды, реконструкция земляного полотна, модернизация железнодорожного пути, удлинение приемо-отправочных путей. Проведена экспертиза цен и сравнительный анализ бюджетов программ Проекта.

Проведен анализ основных параметров и эффектов Проекта, корреспонденций грузов, технической оснащенности направления, фактического состояния объектов, грузопотоков и объемов перевозок, «узких» мест в пропускной способности участков, мероприятий по развитию и обновлению железнодорожной инфраструктуры направления Тында – Комсомольск-на-Амуре – ВСТУ, а также линии Волочаевка II – Комсомольск Сорт. Проанализированы обоснованность технологических решений и состава работ Проекта, а также основные технологические риски.

**Методы экспертизы при отсутствии проектно-сметной документации.** Задача проведения технологической и ценовой экспертизы (аудита) – анализа мероприятий и программ проекта – ставится еще на этапе отсутствия проектно-сметной документации. К сожалению, соответствующее теоретическое и методологическое обоснование, САПР и даже практический опыт отсутствуют. В целом выполнение инвестиционных проектов поддержания и развития транспортной инфраструктуры направлено на увеличение пропускной способности и грузооборота транспортного коридора, сокращение до необходимого минимума числа «узких мест». Соответственно, экспертиза инвестиционного проекта предполагает решение следующих задач:

- анализ объектов инфраструктуры, включая их характеристики, текущее и перспективное состояние, грузопотоки и грузонапряженность, выявление «узких мест», опасностей для движения;
- исследование предлагаемых технологических решений, мероприятий и программ ликвидации «узких мест» и обеспечения безопасности; обоснование их стоимости, технологической и экономической эффективности;
- анализ основных рисков проекта – природных, технологических, экономических, финансовых и других.

Теоретической основой решения этих задач являются разработанные подходы и математические модели оптимизации крупномасштабных транспортных систем [2, 3], а также методология технологического и ценового аудита проектов их развития [1].

Как уже указывалось, первоочередные задачи при проведении экспертизы – определение степени детализации (глубины) исследования, а также разработка соответствующих иерархических моделей оптимизации программ проекта. Сопоставление найденных с помощью этих моделей оптимальных решений с предлагаемыми решениями позволяет определить степень эффективности отдельных мероприятий, программ и проекта в целом. Методы проведения технологической экспертизы включают также: определение соответствия предлагаемых решений государственным и отраслевым нормативным документам, нормам и нормативам; сопоставление с аналогичными россий-

скими и зарубежными решениями на основе внутреннего и международного бенчмаркинга; анализ и выявление противоречий в обосновании проекта.

На основе технологической экспертизы выявляются «узкие места» на перспективу. Затем определяется множество допустимых мероприятий Проекта (например, развязки, устройств автоблокировки (АБ), систем диспетчерской сигнализации (ЦД), удлинения приемо-отправочных путей и др.), которые могут быть использованы для ликвидации «узких мест». Экспертиза их обоснованности включает оценки технической целесообразности, себестоимости и экономической эффективности внедрения.

Например, определение технической целесообразности проведения мероприятий Проекта (развязки, АБ, ЦД, удлинения путей и др.) для однопутной железной дороги – БАМ – основано на шестиэтапном алгоритме:

1. определяется текущая и потребная (прогнозная) пропускная способность каждого участка железной дороги;
2. потребная пропускная способность каждого участка сопоставляется с текущей его пропускной способностью;
3. если текущая пропускная способность участка выше потребной, то соответствующее мероприятие исключается из Проекта;
4. если участок не оборудован АБ и ЦД, а потребная пропускная способность участка превышает текущую пропускную способность не более чем на нормативную величину (такую, что после оборудования участка АБ и ЦД его пропускная способность станет выше потребной), то в план Проекта включается оборудование данного участка АБ и ЦД;
5. если потребная пропускная способность участка превышает текущую пропускную способность на указанную в п. 4 нормативную величину, то в проект включаются не только мероприятия по оборудованию участка АБ и ЦД, но и строительство развязки на данном участке;
6. проводится оптимизация размещения каждого развязки, упомянутого в п. 5, на соответствующем участке.

В свою очередь, оптимизация размещения развязки проводится на основе теоретических зависимостей пропускной способности от скорости движения и расположения развязки на участке между станциями; решения задачи оптимизации размещения развязки; анализа фактического состояния местных объектов железнодорожной инфраструктуры; отраслевой инструкции по расчету пропускной способности; приказов центральной и региональных дирекций управления движением по ограничению скорости поездов.

Заметим, что основные факторы, влияющие на пропускную способность участка, – это скорости движения поезда на участке между станциями (или развязками) и расстояния между ними. Среднее наименьшее время прохождения пары поездов перегона между станциями (развязками) участка определяется как  $T=2S/V$ , где  $S$  – длина участка,  $V$  – средняя скорость на участке. Средняя пропускная способность участка  $P=24/T=24V/2S=12V/S$  пар поездов в сутки. Средняя скорость на участке зависит от ограничений максимальной скорости на нем, а также от ограничений скоростей на входе и на выходе из участка.

Расчет стоимости Проекта основан на расчете стоимости отдельных его мероприятий и программ, направленных на обеспечение соответствия наличной и потребной (прогнозной) пропускной способности железнодорожного полигона. Исходя из вышеописанной методической последовательности, экспертно-статистический метод анализа стоимости Проекта (ценового аудита) включает: процедуру выявления участков железнодорожной сети, фактическая пропускная способность которых ниже прогнозной (нормативной) пропускной способности; процедуру определения проектов-аналогов для этих участков; процедуру отбора из проектов-аналогов прототипа, наиболее близкого для каждого участка; процедуру первичной экспертизы цен, оценки достоверности

и корректировки стоимости Проекта исходя из государственных и отраслевых укрупненных сметных нормативов цены строительства и конструктивных решений, а также стоимости Проекта-прототипа; процедуру корректировки стоимости Проекта на корпоративном уровне, в центральных дирекциях инфраструктуры, управления движением и др.; процедуру корректировки стоимости Проекта в управлении экспертизы проектов и смет; процедуру экспертизы и уточнения стоимости Проекта на региональном уровне.

Ценовой аудит проводится с помощью методов бенчмаркинга – изучения общедоступных и отраслевых источников данных о бюджетах внедрения подобных мероприятий и программ в России и за рубежом. Его результаты ложатся в основу расчета стоимостей мероприятий и программ, направленных на увеличение пропускной способности участков железнодорожной дороги. Для каждого типа мероприятия рассчитывается наибольшая и наименьшая возможные стоимости единицы объема работ. Для этого используются отраслевые и государственные расценки на подобные виды работ, а также результаты внутреннего и международного бенчмаркинга. Аналогичный подход использовался при экспертизе инвестиционного проекта высокоскоростной магистрали «Москва – Казань».

В результате для каждого мероприятия определяется область допустимых значений фактической и средней стоимости единицы объема работ. Затем рассчитывается прогнозная стоимость единицы объема работ. Попадание величины этой прогнозной стоимости в интервал между наименьшей и наибольшей возможными значениями единицы объема работ означает допустимость предлагаемой цены для мероприятия данного типа. В противном случае необходимо дополнительное обоснование завышения или занижения цены.

На основе проведенных расчетов делаются выводы об обоснованности или необоснованности превышения или занижения стоимости проекта, а именно: о сопоставлении предлагаемой и средней рыночной стоимости проекта и причинах их расхождения; о степени влияния внешних и внутренних факторов на стоимость проекта и т.п.

Определение причин отклонения прогнозной стоимости проекта от средней рыночной его стоимости основано на анализе технических и технологических особенностей входящих в него мероприятий и программ. Например, если участок уникален с точки зрения сложности рельефа и строения грунта, то могут возникнуть дополнительные сложности и непредвиденные затраты, не учтенные в расценках (например, строительство свайных оснований при возведении малых и средних мостов в условиях вечной мерзлоты). Если реконструируемая станция имеет сложившуюся инфраструктуру, то для удлинения приемо-отправочных путей приходится переносить прилегающие переезды, жилые дома, автодороги и т.д.

Например, к факторам, оказывающим влияние на стоимость мероприятий и программ Проекта, относятся следующие: постоянные факторы (вечная мерзлота, болотистость, гористость местности, извилистость, перепады высот); случайные природные факторы – погодные условия на железнодорожной сети и в морских терминалах (штормы, замерзание акватории портов и другие факторы, препятствующие подходу транспортных судов к причалам); сезонные факторы: а) циклические конъюнктурные факторы: начало отопительного сезона, сбор урожая и др.; б) случайные погодные факторы: туман, дожди, таяние вечной мерзлоты, морозы, тайфуны; факторы конъюнктуры азиатско-тихоокеанского и мирового рынка и др.

Разработанные методы экспертизы крупномасштабного инвестиционного Проекта обеспечивают анализ основных параметров его затрат и эффектов, состояния объектов, их технической оснащенности, грузопотоков и объемов перевозок грузов, «узких» мест пропускной способности, а также мероприятий по развитию и обновлению транспортной инфраструктуры. На основе этих методов разработаны и внедрены алгоритмы и методики технологического и ценового аудита крупномасштабных проектов комплексной реконструкции Восточного полигона железных дорог России (БАМа и Транссиба)

и строительства высокоскоростной магистрали «Москва – Казань», а также научной экспертизы Транспортной политики Единого экономического пространства России, Белоруссии и Казахстана на период до 2020 г.

**Рекомендации по составу и приоритетности выполнения работ.** Как уже указывалось, центральная проблема при проведении технологического анализа проекта – определение степени детализации (глубины) исследования и построение соответствующей иерархии моделей оптимизации его программы. В соответствии с формальным подходом определяется оптимальное решение. После этого степень эффективности предлагаемой программы проекта определяется путем сопоставления с полученным оптимумом.

В соответствии с общим подходом анализируются документы по проекту и делается официальный запрос на данные и знания, необходимые для построения формальной модели. К сожалению, в агрегированном виде их обычно недостаточно для построения локальных формальных моделей оптимизации программ и их композиции в единую формальную модель за предоставленное для анализа ограниченное время.

Поэтому для выполнения квалифицированной экспертизы обычно выбирается альтернативный экспертно-статистический подход, включающий агрегирование «жестких» знаний – теоретических, статистических и других, с «мягкими» знаниями экспертов и лиц, принимающих решения (ЛПР). Первый этап включает процесс получения «жестких» знаний. На втором этапе извлекаются знания экспертов и ЛПР. Вначале формулируются вопросы. Затем методом интервью экспертов и ЛПР получают недостающие знания и экспертно-статистические оценки. В заключение даются выводы и рекомендации по проекту. Приведем, например, типичные выводы технологического и ценового аудита проекта комплексной реконструкции Восточного полигона железных дорог России (Проекта).

**Оценка обоснованности увеличения объемов перевозок по Проекту.** Сейчас в целом по ОАО «РЖД» наблюдается падение объемов перевозок. Но на Восточном полигоне, наоборот, наблюдается рост. Увеличение объемов перевозок в перспективе обоснованно.

**Оценка обоснованности затрат на Проект.** Обоснованность затрат программы проекта комплексной реконструкции восточной части БАМ (Тында – Комсомольск-на-Амуре) является удовлетворительной. Обоснованность затрат программы Проекта в части удлинения приемо-отправочных путей на линии Волочаевка – Комсомольск-на-Амуре недостаточна, а некоторые мероприятия Проекта могут быть перенесены на более поздний срок.

**Технологические риски строительства.** На практике технологические риски строительства в климато-географических условиях БАМ приводят к общему удорожанию программ железнодорожного строительства в среднем на 10–20%.

Учитывая вышеуказанную возможность перенесения некоторых мероприятий Проекта на более поздний срок, целесообразно сохранить финансирование Проекта в предложенном объеме. Действительно, в случае материализации вышеуказанных рисков можно будет использовать часть средств, предназначенных для финансирования мероприятий второй очереди, для компенсации повышения стоимости первоочередных мероприятий.

Учитывая прогнозный объем проектно-сметных работ и высокие требования к их проработке по рассматриваемому Проекту, рекомендуется поэтапно разработать и внедрить соответствующий комплекс моделей и, в конечном счете, систему автоматизированного проектирования (САПР). Это позволит существенно повысить качество и эффективность подготовки соответствующей проектно-сметной документации.

### Литература

1. Цыганов В.В., Савушкин С.А. Методология технологического и ценового аудита крупномасштабных проектов // Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе: материалы 42-й междунар. конференции. – Гурзуф, 2014. С. 172-175.
2. Белый О.В., Еналеев А.К., Цыганов В.В. Оценка показателей сложности управления движением // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. № 2. С. 42-45.
3. Белый О.В., Малыгин И.Г., Цыганов В.В., Еналеев А.К., Савушкин С.А. Математические модели оптимизации структуры системы управления крупномасштабной транспортной корпорации // Транспорт: наука, техника, управление. 2014. № 1. С. 7-16.

### Methods of examination of large-scale transport project

*Vladimir Viktorovich Tsyganov, Dr. technical science. chief researcher, Institute of problems of management of V.A. Trapeznikov of the Russian Academy of Sciences*

*Dmitriy Sergeevich Kadyrov, Candidate of Economic Sciences, adviser to the head, Federal Agency of the Scientific Organizations*

*The principles, models, methods, algorithms and techniques described examination of large-scale investment projects of reconstruction of the transport corridor are considered. They are illustrated by the example of technological and price auditing complex project - reconstruction, maintenance and development of the infrastructure of East railways Russia - Trans-Siberian and BAM. During the audit, benchmarking is used - search and analysis of similar projects of the constituent their programs implemented in domestic and international market. Describes the methods of examination of compliance cost activities and programs of the project of reconstruction of the transport corridor costs with respect to domestic and foreign counterparts.*

*Keywords: transport, project, reconstruction, large-scale, audit, technology, price, infrastructure, railway, capacity.*

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

*Масума Гусейн кызы Мамедова, д-р. техн. наук, проф., зав. отделом  
Зарифа Гасым кызы Джабраилова, канд. техн. наук, доц., зав. сектором  
Фаиз Рамиз оглы Мамедзаде, диссертант  
depart15@iit.ab.az*

*Институт Информационных Технологий НАН Азербайджана  
<http://www.ikt.az>*

*В работе обоснована необходимость применения интеллектуальных технологий для поддержки принятия решений в задачах управления человеческими ресурсами. Выделены специфические особенности задачи отбора персонала, погружающие последнюю в нечеткую среду. Описан многосценарный подход для решения задачи приема на работу, учитывающий важность и неравнозначность показателей, характеризующих претендентов на должность, а также характер требований работодателей.*

*Ключевые слова: задачи управления человеческими ресурсами, системы поддержки принятия решений, отбор персонала, требования работодателей, нечеткая среда.*