УДК 624.191(09)

Оценка целесообразности тоннелей: теоретические аспекты

Евгений ТИТОВ
Evgeny Yu. TITOV

Дмитрий МАЧЕРЕТ
Dmitry A. MACHERET

Мачерет Дмитрий Александрович *– доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики строительного бизнеса и управления собственностью Российского университета транспорта (МИИТ), Москва, Россия.*

Титов Евгений Юрьевич *– кандидат технических наук, учёный секретарь Объединённого учёного совета ОАО «РЖД», доцент кафедры мостов и тоннелей Российского университета транспорта (МИИТ), Москва, Россия.*

Estimating the Feasibility of Tunnels: Theoretical Aspects

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 23)

В статье теоретически обосновываются мотивы и значение строительства новых тоннелей в рамках стратегического развития сети российских железных дорог. Предложена классификация железнодорожных тоннелей исходя из целей их создания и видов генерируемых эффектов. Рассмотрены подходы к оценке целесообразности тоннелей, дающих возможность «спрямления» существующего железнодорожного сообщения, улучшения его качественных характеристик и повышения экономичности. На основе логико-аналитического метода определён спектр потенциальных эффектов, возникающих при строительстве таких тоннелей как на отраслевом, так и на макроуровне. Особо акцентировано внимание на выборе горизонта расчёта и норм дисконтирования. Сделан вывод, что сооружение железнодорожного тоннеля может быть признано целесообразным даже при длительном сроке окупаемости капитальных вложений (15–20 лет) в случае значимого чистого дисконтированного эффекта.

Ключевые слова: железнодорожные тоннели, теория, строительство, реконструкция, классификация, оценка целесообразности, дисконтирование, отдалённые эффекты.

Первый железнодорожный тоннель был построен в Англии на линии Ливерпуль–Манчестер в 1826–1830 годах, его протяжённость составляла 1190 метров. В 1861 году для движения на ветке Петербург-Варшавской железной дороги был открыт Ковенский тоннель (1285 м) – один из двух первых железнодорожных, построенных в Российской империи. В конце XIX века появилось большое количество тоннелей на Кавказе, в Крыму и Сибири. На начало XX века пришёлся «пик» их строительства на Дальнем Востоке.

Появление этого вида искусственных сооружений открыло принципиально новые возможности для развития железнодорожной сети, роста скорости и удешевления путей сообщения, стало основой создания новой подотрасли транспортного строительства – железнодорожного тоннелестроения. Поэтому в соответствии с классификацией инноваций в сфере железнодорожного транспорта, предложенной в работе [1], тоннели следует считать базисной инновацией, относящейся к группе «подрывных»[1] (макро-) инноваций.

[1] От англ. disruptive innovation – инновации, которые изменяют соотношение ценностей на рынке.– прим. ред.

Таблица 1

Классификация планируемых к строительству железнодорожных линий

Категория линий	Источник (механизм) финансирования
1) Линии, обеспечивающие повышение отдачи от частных инвестиций (т.е. формирующие эффекты для нетранспортного бизнеса)	Государственно-частное партнёрство
2) Линии, ускоряющие социальное развитие и способствующие повышению стоимости человеческого капитала страны (т.е. формирующие социальные и макроэкономические эффекты)	Бюджетные средства
3) Линии, окупаемые за счёт доходов от перевозок (т.е. обеспечивающие эффективное ведение транспортного бизнеса)	Частные инвестиции в железнодорожную отрасль

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Железнодорожные тоннели характеризуются чрезвычайно высокой капиталоёмкостью и значительным временем строительства. Оба эти фактора ведут к увеличению потерь от «замораживания» капитала в строящемся объекте.

Кроме того, значительная продолжительность строительства тоннелей отдаляет эффекты от их эксплуатации, а значит – относительно снижает значение этих эффектов с учётом дисконтирования [5, 6] и ухудшает экономические параметры соответствующих проектов.

К тому же значительный временной горизонт экономической оценки строительства тоннелей ведёт к росту неопределённости и рисков по поводу необеспеченной расчётной эффективности. Показательным примером является сооружение железнодорожно-автомобильного тоннеля под проливом Ла-Манш, который после ввода в эксплуатацию в середине 1990-х годов оказался убыточным из-за трёхкратного отклонения фактического объёма железнодорожных перевозок от прогнозного [7].

В то же время сооружение железнодорожных тоннелей является примером реализации в отрасли окольных методов транспортного производства [8], которые за счёт удлинения периода производства и повышения капиталоёмкости ведут к росту его эффективности. Учитывая нормативный срок службы тоннелей, составляющий 100 лет, их сооружение может быть оправдано в случае генерации сверхдолгосрочных («вековых») социально-экономических эффектов, наличие которых на железнодорожном транспорте показано в работе [5].

С учётом сказанного строительство железнодорожных тоннелей нуждается в системной оценке, которая должна основываться на их научной классификации в зависимости от целей строительства и видов генерируемых эффектов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Используя логико-аналитический метод [9], можно предложить следующую классификацию железнодорожных тоннелей по целям строительства и видам генерируемых эффектов:

1. Тоннели, делающие возможным открытие нового железнодорожного сообщения:

а) тоннели через горные преграды;

б) тоннели через водные преграды.

2. Тоннели, делающие возможным спрямление существующего железнодорожного сообщения, улучшение его качественных характеристик и повышение экономичности.

Эффекты от строительства тоннелей, относящихся к первой группе, т.е. являющихся составной частью более крупных проектов организации нового железнодорожного сообщения, нужно рассматривать в контексте общей экономической классификации планируемых к строительству железнодорожных линий, предложенной в работе [10]. Эта классификация показана в таблице 1.

Какая-то линия может обладать признаками двух или всех трёх категорий. Например, и повышать отдачу от частных инвестиций, и стимулировать социальное развитие.

Принципиальное отличие представленной классификации от традиционных состоит в том, что категорирование линий выполнено исключительно по экономическим признакам, без использования технико-технологических характеристик. Соответственно эта классификация охватывает только линии, формирующие те или

иные экономические и социальные (в конечном счёте – тоже экономические) эффекты. Её использование, следовательно, делает наличие таких эффектов, оправдывающих инвестиции в строительство железнодорожных линий, обязательным и «отсекает» возможности сооружения экономически необоснованных линий.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ

Эффективность строительства тоннелей, относящихся к данной группе, оценивается в рамках комплексных проектов нового железнодорожного сообщения с помощью стандартных методов, изложенных, в частности, в работах [11–13]. При этом должны учитываться технико-технологические особенности [14] и риски [15].

В случае необходимости преодоления водных преград (рек, проливов), как правило, возникает дилемма: сооружать для этого тоннель или мост?

С экономической точки зрения этот вопрос должен решаться с использованием показателей сравнительной экономической эффективности [13, с. 183–185; 16], позволяющих выявить преимущества реализации одного варианта по сравнению с другим. При этом важно правильно учесть технические аспекты сооружения тоннельного или мостового перехода, безусловно, влияющие на экономические характеристики того или иного варианта, но имеющие и самостоятельное значение.

Особо следует остановиться на оценке целесообразности строительства тоннелей, относящихся ко второй группе, то есть дающих возможность «спрямления» существующего железнодорожного сообщения, улучшения его качественных характеристик и повышения экономичности (примером является Северо-Муйский тоннель на БАМе).

Сооружение такого тоннеля целесообразно, если капитальные вложения в его строительство будут компенсированы в приемлемые сроки эффектами, генерируемыми благодаря эксплуатации тоннеля.

При этом возникают следующие проблемы:

– определения полного перечня возникающих эффектов (отраслевых и макроэкономических) и оценки величины каждого из них;

– определения общего горизонта расчёта, приемлемого срока окупаемости капитальных вложений и выбора коэффициента дисконтирования для соизмерения разновременных затрат и эффектов.

Конечно, полный перечень возникающих в результате строительства железнодорожного тоннеля эффектов и оценка их величин могут быть получены только в реальных условиях с помощью технико-экономических расчётов. Но типовой перечень таких эффектов можно сформировать на основе логико-аналитического метода.

В общем случае после строительства тоннеля, спрямляющего существующее железнодорожное сообщение и улучшающего его качественные и экономические характеристики, могут возникать следующие эффекты.

Прежде всего удешевление грузовых перевозок за счёт сокращения маршрута следования грузов на направлении, обслуживаемом с помощью тоннеля, с l_0 до l_1. Для грузовладельцев оно может быть примерно оценено по формуле:

$$\Delta D = d \cdot P \cdot (l_0 - l_1),$$

где d – доходная ставка за перевозки грузов в расчёте на 1 т • км;

P – объём грузовых перевозок по данному маршруту.

Для железнодорожного транспорта эта величина составит сокращение доходов за перевозки. Но сократятся и эксплуатационные расходы отрасли на величину

$$\Delta C = c/c \cdot P \cdot (l_0 - l_1),$$

где с/с – себестоимость грузовых перевозок на данном маршруте.

В общем случае (в среднем по сети) доходная ставка по грузовым перевозкам выше их себестоимости. Однако на конкретных участках, особенно сложных в эксплуатационном отношении (в горной местности и т.д.), себестоимость перевозок нередко превышает доходную ставку, формирующуюся на основе среднесетевого тарифа. В этом варианте экономия расходов может быть больше, чем снижение доходов. Но даже если это и не так, в результате сооружения тоннеля железнодорожный транспорт, как правило, получает сокращение самой себестоимости перевозок $\Delta c/c$ благодаря повышению веса и скорости поездов. Оценка себестоимости перевозок в результате повышения

веса и скорости поездов представлена в [17, 18].

Сокращение эксплуатационных расходов в результате снижения себестоимости составит:

$\Delta C_1 = \Delta c/c \cdot P \cdot l_1$.

Таким образом, общая экономия эксплуатационных расходов железнодорожного транспорта будет:

$\Delta C_{общ} = \Delta C + \Delta C_1$.

За счёт сокращения расстояния и повышения скорости перевозки сократится срок доставки грузов на рассматриваемом направлении, обозначим эту величину $\Delta t_д$. Здесь ещё один эффект – снижение потерь от «замораживания» оборотного капитала, воплощённого в перевозимых товарах. В соответствии с методологией, изложенной в [19], оно может быть оценено как:

$$\Delta K_{об} = P \cdot \bar{Ц} \cdot \Delta t_д \cdot i ,$$

где P – объём перевозок;

$\bar{Ц}$ – средняя цена 1 тонны перевозимого груза;

i – процентная ставка.

Удешевление и ускорение перевозок приводят, при прочих равных условиях, к росту спроса. Рост спроса должен оцениваться в конкретных условиях на основе маркетинговых исследований, но в общем случае для его приблизительной оценки могут быть использованы среднесетевые коэффициенты эластичности спроса. Как показано в исследовании [20, с. 117–140], ценовую эластичность спроса на грузовые перевозки можно принять на уровне 0,5, а неценовую эластичность, зависящую от уровня качества перевозки (срок доставки груза – ключевой показатель качества перевозки) – на единичном уровне. Обозначив дополнительный спрос на перевозки ΔP, доходы железнодорожного транспорта от этих дополнительных перевозок можно рассчитать по формуле:

$D = d \cdot \Delta P \cdot l_1$.

Но увеличение спроса на перевозки будет формироваться, по крайней мере, частично, за счёт увеличения объёмов промышленного и сельскохозяйственного производства. Как обосновано в [21], увеличение промышленного и сельскохозяйственного производства в аналогичных случаях может составить:

$\Delta П = \Delta P \cdot Ц \cdot (1 - \alpha)$,

где α – доля дополнительного грузопотока, сформированного за счёт привлечения грузов с других видов транспорта.

Эффекты, во многом схожие по своей сути с перечисленными, возникнут и в сфере пассажирских перевозок.

Таким образом, сооружение железнодорожных тоннелей вызывает широкий спектр экономических эффектов как на отраслевом, так и на макроуровне, которые должны быть учтены при оценке целесообразности строительства тоннеля.

При выборе горизонта расчётов для оценки целесообразности строительства железнодорожных тоннелей возникает противоречие. С одной стороны, в качестве горизонта расчёта теоретически может быть принят общий жизненный цикл тоннеля, включающий время его строительства и эксплуатации, который составляет свыше 100 лет. С другой стороны, чем больше горизонт расчёта, тем выше неопределённость при оценке отдалённых эффектов. Кроме того, при использовании общепринятых норм дисконта, как показано в работе [5], дисконтированные эффекты от эксплуатации инфраструктурных объектов за пределами 20-летнего горизонта расчётов стремятся к нулю.

Выходом может быть понижение нормы дисконта в более отдалённые годы, правомерность чего обоснована в той же работе. При этом для горизонта расчёта 25 лет и более дисконтирование связано с межпоколенческим распределением эффектов от инвестиций. По мнению некоторых учёных [22, с. 308–309], в этих случаях дисконтирование проводить нельзя, так как каждый доллар для будущего поколения будет иметь ту же «социальную стоимость», что и для нынешнего. К тому же невозможен отказ от лежащего в основе дисконтирования временного предпочтения, которое «категориально неотделимо от человеческой деятельности» [23, с. 451].

Детальное рассмотрение указанной дилеммы выходит за пределы публикуемой работы. По нашему мнению, паллиативным решением является минимизация нормы дисконта за пределами 20–25-летнего периода до уровня, близкого к нулю, но все же отличного от нуля.

Это должно позволить сохранить значимость даже отдалённых экономических

эффектов от эксплуатации тоннеля, и в таком случае имеет определённые основания использование сверхдолгосрочных горизонтов расчёта, близких к продолжительности жизненного цикла тоннеля или даже равного ему.

То есть сооружение тоннеля может быть признано целесообразным при наличии значимого чистого дисконтированного эффекта за выбранный горизонт расчёта даже при значительном расчётном сроке окупаемости капитальных вложений (15–20 лет и более).

***

Предложенные в статье теоретические основы оценки целесообразности строительства железнодорожных тоннелей могут стать основой разработки методического инструментария для принятия управленческих решений по строительству тоннелей в рамках реализации Транспортной стратегии Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Измайкова А. В. Классификация инноваций на железнодорожном транспорте и инвестиционный фактор их реализации // Вестник ВНИИЖТ. – 2015. – № 3. – С. 35–41.
2. Стратегическое развитие железнодорожного транспорта России / Под ред. Б. М. Лапидуса. – М.: МЦФЭР, 2008. – 304 с.
3. Титов Е. Ю. Стратегические задачи технико-технологического развития железнодорожного тоннелестроения в России в условиях «инновационного ренессанса» отрасли // Ренессанс железных дорог: фундаментальные научные исследования и прорывные инновации / Коллективная монография. – Ногинск: Аналитика Родис, 2015. – С. 89–96.
4. Курбацкий Е. Н. Преимущества тоннелей из опускных секций при сооружении транспортных переходов через протяжённые водные (морские) преграды // Метро и тоннели. – 2014. – № 4. – С. 28–32.
5. Мачерет Д. А. Об экономических проблемах развития транспортной инфраструктуры // Мир транспорта. – 2011. – № 3. – С. 76–83.
6. Мачерет Д. А., Марцинковская А. В., Гавриленков А. А. и др. Повышение эффективности инвестиционной деятельности на железнодорожном транспорте. – М.: МИИТ, 2015. – 172 с.
7. Мачерет Д. А., Чернигина И. А. Информация – важный фактор транспортного производства // Железнодорожный транспорт. – 1996. – № 9. – С. 57–60.
8. Мачерет Д. А. Транспортный аспект «окольных» способов производства // Мир транспорта. – 2016. – № 2. – С. 82–89.
9. Мачерет Д. А. Методологические проблемы экономических исследований на железнодорожном транспорте // Экономика железных дорог. – 2015. – № 3. – С. 12–26.
10. Мачерет Д. А. Экономическая классификация планируемых к строительству железнодорожных линий // Сб. трудов Международной научно-практ. конференции «Современные проблемы управления экономикой транспортного комплекса России: конкурентоспособность, инновации и экономический суверенитет». – М.: МИИТ, 2015. – С. 54–56.
11. Методическое обеспечение рыночных механизмов экономического управления на железнодорожном транспорте: Монография / Б. М. Лапидус, Д. А. Мачерет, А. В. Рышков и др. – М.: МЦФЭР, 2007. – 160 с.
12. Методика оценки социально-экономической эффективности строительства новых железнодорожных линий общего пользования / Пехтерев Ф. С., Лившиц В. Н., Мачерет Д. А. и др. – М., 2009. – 252 с.
13. Экономика железнодорожного транспорта / Под ред. Н. П. Терёшиной, Б. М. Лапидуса. – М.: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2011. – 676 с.
14. Курбацкий Е. Н., Купчикова Н. В., Синицын А. С. Преимущества тоннелей из опускных секций транспортных переходов и особенности их сооружения через протяжённые речные и морские преграды, сложенные на дне слабыми грунтами // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2015. – № 1. – С. 41–50.
15. Махутов Н. А., Лапидус Б. М., Титов Е. Ю. Методология учёта рисков при разработке и эксплуатации вакуумно-левитационных систем // Вакуумно-левитационные транспортные системы: научная основа, технологии и перспективы для железнодорожного транспорта / Под ред. Б. М. Лапидуса и С. Б. Нестерова. – М.: РАС, 2017. – С. 153–166.
16. Мачерет Д. А. Методологические проблемы оценки экономической эффективности инвестиций на железнодорожном транспорте // Экономика железных дорог. – 2017. – № 10. – С. 13–19.
17. Мачерет Д. А., Измайкова А. В. Экономическая оценка инноваций, направленных на комплексное повышение веса и скорости поездов // Экономика железных дорог. – 2015. – № 5. – С. 17–33.
18. Себестоимость железнодорожных перевозок / Под ред. Н. Г. Смеховой и Ю. Н. Кожевникова. – М.: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. – 472 с.
19. Лапидус Б. М., Мачерет Д. А. Модель и методика макроэкономической оценки товарной массы, находящейся в процессе перевозки // Вестник ВНИИЖТ. – 2011. – № 2. – С. 3–7.
20. Соколов Ю. И., Лавров И. М. Методы экономической оценки качества транспортного обслуживания грузовладельцев в условиях множественности участников перевозочного процесса. – М.: Золотое сечение, 2015. – 168 с.
21. Измайкова А. В. Экономическая оценка инновационно-ориентированного развития железнодорожного транспорта / Дис... канд. экон. наук. – М., 2016. – 182 с.
22. Лал Д. Возвращение «невидимой руки». Актуальность классического либерализма в XX веке: Пер с англ. – М.: Новое издательство, 2009. – 426 с.
23. Мизес Л. фон. Человеческая деятельность: трактат по экономической теории: Пер. с англ. – Челябинск: Социум, 2008. – 878 с.

Координаты авторов: **Мачерет Д. А.** – macheretda@rambler.ru, **Титов Е. Ю.** – etitov80@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 23.03.2018, принята к публикации 14.06.2018.