

роги будут пересадочными с линиями 1 и 2 метрополитена Инчхона. В зоне аэропорта Гимпо предусматривается пересадка на действующую линию 5 метрополитена Сеула и планируемую линию 9. Еще ряд станций железной дороги Incheon обеспечат пересадку на несколько линий метрополитена и планируемую линию Kyung Eui. Кроме того, центральный вокзал Сеула имеет выходы на две линии метрополитена, сеть пригородных линий Kogail и высокоскоростную линию KTX.

Rotem построит 144 пассажирских вагона с кузовами из алюминиевого сплава. Длина каждого вагона 19,95 м, ширина 3,12 м. Восемнадцать шестивагонных пригородных поездов (по девять для первой и второй очереди) будут иметь четыре раздвижные двери с каждой стороны, в то время как шесть поездов-экспрессов (по три для каждой очереди ввода линии в эксплуатацию) — две двери.

В шестивагонном пригородном поезде будет 294 места для сидящих пассажиров и 630 для едущих стоя, в шестивагонном поезде-экспрессе — 272 места для сидения; предусмотрены зоны для провоза багажа авиапассажиров. Itarso планирует эксплуатировать шестивагонные поезда до 2015 г., когда вследствие прогнозируемого роста спроса на перевозки появится необходимость в восьмивагонных составах. Вместимость восьмивагонных пригородных поездов увеличится до 396 мест для сидения и 840 для стоящих пассажиров, восьмивагонных поездов-экспрессов — до 376 мест для сидения.

Межпоездной интервал в пригородных сообщениях составит 4,5 мин при продолжительности поездки между конечными станциями 55 мин, интервал движения скоростных поездов в аэропорт составит 30 мин при продолжительности поездки между конечными пунктами 45 мин.

Автоматизированная транспортная система

К 2008 г. в международном аэропорту Инчхон планируется ввести в эксплуатацию автоматизированную транспортную систему типа Peoplemover для перевозки авиапассажиров. Ее изготовителями и поставщиками являются японские компании Mitsubishi, Sumitomo и южнокорейская LG Industrial Systems. Контракт стоимостью 43,2 млн. дол. США охватывает строительство подземной линии длиной 900 м, которая свяжет между собой действующие терминалы и запланированный главный вестибюль аэропорта, а также поставку девяти вагонов на колесах с пневматическими шинами. Вагоны будут курсировать в автоматическом режиме без машиниста на борту. В настоящее время рассматриваются планы строительства двух продолжений линии общей протяженностью 2,3 км.

M. Knutton. International Railway Journal. 2004, № 5, p. 28 – 29.

УДК 625.45

Принятие решений по рельсовому транспорту облегченного типа

В последнее время в Нидерландах выдвинуто много предложений по созданию систем рельсового транспорта облегченного типа, и некоторые из них были успешно реализованы в сообщениях как внутригородских (например, в Роттердаме и Амстердаме, рис. 1), так и между расположенными недалеко друг от друга городами с использованием специализированной линии (например, в сообщении Утрехт — Ньивегейн, рис. 2) или с выходом подвижного состава на линию магистральной железной дороги по системе трамвай — поезд (например, в сообщении Гауда — Алфен, рис. 3). Этот вид транспорта опробован во многих странах и характеризуется благоприятными перспективами с точки зрения решения городских и региональных транспортных проблем.

Методика обоснования решений

Вместе с тем широко распространено мнение, что проекты таких систем трудно выполнимы. Одной из причин является сложность оценки осуществимости и экономической целесообразности различных вариантов проектов в расчете на перспективу в условиях отсутствия ресурсов для детального проектирования. Чтобы хоть частично обойти эту проблему, компания инфраструктуры железных дорог Нидерландов ProRail разработала методику обоснования принятия решений, позволяющую прогнозировать и оценивать индикативную стоимость проектов на ранних стадиях проектирования.

В методе LIBRA используется ряд стоимостных индикаторов, выработанных на основе международ-



Рис. 1. Трамвай в Амстердаме



Рис. 2. Одна из станций линии Утрехт — Нивегейн

ных исследований фактических расходов на постоянные устройства инфраструктуры и подвижной состав в различных проектах железных дорог облегченного типа в разных странах. Эти индикаторы были в дальнейшем применены в качестве исходных для анализа затрат и результатов.

Рельсовый транспорт облегченного типа может быть важным катализатором регионального социального и экономического развития, так что оценка



Рис. 3. Одна из станций линии Гауда — Алфен

любого проекта должна быть шире, чем просто с точки зрения транспортного обслуживания. По этой причине в методе LIBRA приняты во внимание пространственно-экономические и социально-общественные факторы, такие, как охрана окружающей среды, обеспечение безопасности личности и требования различных заинтересованных сторон. Используемый в LIBRA пошаговый процесс помогает исследовать проекты на осуществимость на всех стадиях и предлагает поддержку принятия решений.

Благодаря собственной базе данных ProRail владеет обширной информацией о стоимостных параметрах магистральных железнодорожных линий, но в реальных условиях они не совсем подходящи для получения адекватных оценок в отношении железных дорог облегченного типа. Поэтому решили провести исследование в международном масштабе с целью установления индикативных стоимостей для таких железных дорог. Особое внимание обращено на капитальные вложения и текущие затраты как на инфраструктуру, так и на подвижной состав в максимально возможном числе стран.

Ниже даны сведения об использованных источниках информации и полученных результатах. Рассмотрены также условия, при которых можно воспользоваться этими результатами. Несколько практических примеров иллюстрируют применимость данного метода.

Практический пример

Для иллюстрации примера значимости стоимостных индикаторов можно рассмотреть проект системы рельсового транспорта в центральной части Нидерландов. Здесь региональная администрация рассматривала пути обеспечения транспортного обслуживания территории между двумя городами средних размеров — Хилверсюмом и Альмере. В качестве одного из возможных решений изучена идущая вдоль автомагистрали A27 двухпутная электрифицированная железнодорожная линия облегченного типа длиной 18 км с четырьмя станциями с соответствующим путевым развитием и оснащением. Экологические требования предусматривают возведение нескольких крупных искусственных сооружений. Эта основополагающая информация позволила рассчитать потребные капитальные вложения. Полученные с помощью индикативных стоимостей результаты оказались в пределах 10 %-ного отклонения от предоставленных ранее консультантами на основе детальных расчетов.

Стоимостные индикаторы можно также использовать при сопоставлении различных вариантов. Например, менеджер проекта, имеющий возможность выбора между двумя вариантами, поручил ProRail выполнить расчеты для обоснования оптимального

выбора. Варианты предусматривали строительство новой железнодорожной линии облегченного типа или использование существующей линии с соответствующими капитальными вложениями в переустройство систем сигнализации и двусторонней автоблокировки. Использование индикативных стоимостей по методу LIBRA для указанных вариантов показало, что первый из них будет стоить на десятки миллионов евро больше второго. Это позволило выбрать более экономически эффективный вариант.

Источники информации

В ходе маркетингового исследования выявился дефицит актуальной и релевантной информации, что вынудило расширить диапазон поиска информационных источников. Наиболее конкретные и ценные данные обнаружены в расчетных (до начала реализации) и отчетных (по завершении) стоимостных параметрах проектов, что дало основание судить как о нижней (оценочной), так и о фактической стоимости осуществленных проектов.

Некоторые сведения взяты в оперативном режиме, например, в интернет-форумах и на сайтах различных организаций, поскольку в Нидерландах реализуется относительно немного проектов рассматриваемой тематики, а гораздо больше их оказалось в соседних странах Европы и в Северной Америке, так что информация оттуда была более обширная и глубокая.

Пришлось также обратиться за помощью к международным базам данных, в том числе созданным в университетах, доступ к которым возможен на коммерческих условиях. Рассмотрено несколько таких баз с использованием специальных методов поиска, позволивших выявить большое число ссылок на специальную литературу. Таким образом удалось выделить значительный объем зарубежной информации по стоимостным параметрам. Определенный объем информации был также получен из материалов конференций и семинаров и из открытых источников, таких, как публикации научно-исследовательских организаций.

Когда не удавалось найти полезную информацию, применяли собственные модели ProRail. Еще одну возможность представила экстраполяция имеющихся сведений по обычным железным дорогам. Чтобы обеспечить надежность результатов применительно к современным экономическим условиям, учитывали информацию не старше 10 лет.

Вследствие многообразия источников информации потребовалось упорядочить стоимостные индикаторы по уровню детализации (содержание/контекст), удобства и технологии использования. Это позволило структурировать собственную базу стоимостных индикаторов с разделением данных в зави-



Рис. 4. Стоимостные индикаторы по разным проектам систем городского рельсового транспорта во Франции

симости от уровня детализации. Уровень I относится к глобальной информации, уровень II — к более подробной.

Использование индикаторов

Уровень I содержит стоимостные индикаторы капитальных вложений и затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание инфраструктуры и подвижного состава для отдельных стран. Характерным здесь является ограниченный объем конкретики. Индикаторы позволяют быстро рассчитать общую стоимость проекта, но с большой вероятностью ошибки. В зависимости от стадии процесса принятия решений, поддерживаемого методом LIBRA, этой информации все же может быть достаточно. Например, когда сложность трассы железнодорожной линии облегченного типа еще не полностью определена, индикаторы уровня I можно использовать для быстрой оценки.

По каждой стране составлены итоговые таблицы, отражающие результаты ряда исследованных проектов. В их числе могут быть строительство новых линий, переустройство обычных железнодорожных линий под трамвайные сообщения или различные сочетания этих решений. Индикаторы выражены в миллионах евро на 1 км двухпутной линии. Основные характеристики можно найти в итоговой таблице, а в справочной информации — дополнительные сведения по каждому конкретному проекту.

Диаграмма разброса по каждой таблице отражает в общем виде число индикаторов, их распределение и предельные значения. Таким образом обработаны результаты для Нидерландов, Великобритании, Германии, Франции (рис. 4) и Северной Америки.

Одними из моментов, заслуживающих внимания, являются различия в комплектации проектных данных по разным системам рельсового транспорта облегченного типа, из-за чего в общем случае невозможно на этом уровне разделить затраты по отдельным статьям проекта. Так, в информации

Таблица 1

Стоимостные индикаторы и основные характеристики подвижного состава

Год	Страна (город)	Тип, серия подвижного состава	Компания-поставщик	Объем заказа, ед.	Тяговый привод	Максимальная скорость, км/ч	Число мест для сидения	Уровень пола	Стоимость, млн. евро
<i>Моторвагонный подвижной состав</i>									
2001	Нидерланды	Coradia Lint 41H	Alstom	10	Дизельный	120	144	Обычный	2,80
1997	Германия	Coradia Lint 27		30			73		1,90
		Regioshuttle RS1	ADtranz	61			71		2,08
		Regiosprinter 1	Siemens	30	74		0,81		
		Смешанный	74	0,81					
	Германия, Швейцария	GTW 2/6	Stadler	3	Дизельный		136	Пониженный	1,46
1997	Германия	Talent 643/644	Bombardier	75	Смешанный		120	Обычный	2,04
2001		Talent 643		78	Дизельный		Нет св.		1,92
2002	Румыния	Desiro	Siemens	120			123		1,26
2000	Германия	GTW 2/6	Stadler	Нет св.	Электрический		110	Пониженный	2,27
<i>Подвижной состав трамвая</i>									
2000	Австралия (Мельбурн)	Citadis	Alstom	31	Электрический	70	Нет св.	Пониженный	1,84
		Combino	Siemens	59					1,69
2002	Польша			14					57
1998	Япония (Кумамото)	GT6N/GT8N	ADtranz	2		Нет св.	Нет св.		2,02
1997	Германия (Дрезден)	Нет св.	Нет св.	20					1,70
	Польша (Краков)			2		2,20			
2000	Нидерланды (Роттердам)	Citadis	Alstom	60		70	67		1,40
2001	Германия (Кассель)	Combino	Siemens	Нет св.			Нет св.		1,60
2000	Нет св.	8NGTW	Bombardier	Нет св.		80	85		2,09
1996	Германия (Потсдам)	Combino	Siemens	48		70	Нет св.		1,44

по Северной Америке стоимость подвижного состава зачастую скрыта в общих затратах. Во Франции в общие затраты нередко включают стоимость переустройства городских территорий, связанного со строительством новых линий. Это следует иметь в виду при использовании индикаторов в разных ситуациях.

Подвижной состав

При рассмотрении аспекта подвижного состава была сделана попытка совместить стоимостные индикаторы с технико-эксплуатационными характеристиками и другими показателями. В табл. 1 приведены стоимостные индикаторы вместе с другими характеристиками подвижного состава. Пользователь, ищущий конкретный индикатор для какого-либо

проекта, может сделать выбор на основе этой таблицы, хотя необходимо отметить, что это данные уровня I, предназначенные для использования на ранних стадиях процесса принятия решений.

Таким образом, таблицу можно использовать для общего анализа инвестиций или для поиска компромиссного решения высокого уровня между различными вариантами. Подобным же образом составляется таблица для оценки затрат на текущее содержание.

Для подвижного состава составлена также диаграмма разброса стоимостей. Это графическое представление подсказало идею обработки данной серии индикаторов для большей выразительности за счет сжатия итоговых таблиц. Полученная таблица высокого уровня (табл. 2) содержит предельные, квартильные и средние стоимостные индикаторы в соответствующем контексте. Это позволяет пользовате-

Таблица 2

Стоимостные индикаторы высокого уровня

Тип подвижного состава	Значения индикаторов					Число данных в подборке
	максимальные	минимальные	квартильные верхние	квартильные нижние	средние	
<i>Капитальные вложения, млн. евро/ед.</i>						
Облегченные моторвагонные поезда систем городского рельсового транспорта	2,82	0,81	2,28	1,82	2,04	16
Облегченные моторвагонные поезда обычных железных дорог	3,39	1,14	2,44	1,87	2,22	24
Поезда трамвая	3,93	1,30	1,96	1,50	1,77	26
<i>Эксплуатационные расходы, млн. евро/год</i>						
Облегченные моторвагонные поезда	1,10	0,47	0,85	0,66	0,70	16

лю сделать оптимальную прикидку. Если необходимы специальные индикаторы, можно прибегнуть к более детальной таблице.

Детализация на уровне II

Уровень II содержит данные только о стоимостных индикаторах, относящихся к инфраструктуре. На этом уровне приводятся по возможности самые подробные сведения об индикативных стоимостях, которые позволяют получить итоговые оценки по принципу «снизу вверх», т. е. исходя из стоимости отдельных элементов инфраструктуры.

Для индикативных стоимостей по инфраструктуре тоже можно создать итоговую таблицу для удовлетворения специфических потребностей пользователя. Итоговые таблицы уровня II могут в определенной степени отличаться по набору данных, отражая специфическую для ProRail структуру объектов. Характер инфраструктуры систем рельсового транспорта облегченного типа фиксируется с использованием нескольких итоговых таблиц для различных стандартных элементов инфраструктуры. В их число входят путь, системы управления движением поездов, безопасности, электроснабжения и т. д. Для каждого элемента приведены предельные и средние значения в соответствующем контексте. Примером таблицы высокого уровня может служить табл. 3, в которой содержатся конкретные данные по отдельным элементам инфраструктуры. Составлено еще около 30 таблиц подобного характера для других случаев.

Эксплуатационные расходы

Для оценки затрат на текущее содержание инфраструктуры железных дорог облегченного типа использована модель прогнозирования, разработанная ProRail применительно к обычным железным

дорогам. В этой модели использованы различные базовые параметры, такие, как соотношение объема работ в дневное и ночное время, в рабочие и выходные дни, фактическое полезное использование рабочего времени, сведения о конструкции элементов инфраструктуры и условиях, осложняющих выполнение работ на линии.

На рис. 5 приведены результаты расчетов с использованием этой модели. Кривые характеризуют два варианта системы рельсового транспорта облегченного типа для городских условий, вариант региональной железной дороги и (в качестве ссылочного) вариант обычной железной дороги. Как видно, наименьшие значения расходов относятся к вариантам рельсового транспорта облегченного типа, аналогичного трамваю, и различаются в зависимости от принятой системы текущего содержания и других факторов, включая местные условия и особенности эксплуатации.

Перспективы

Рассмотренный метод оказался весьма многообещающим, и результатом его использования стало создание уникальной базы данных по стоимостным индикаторам, которая может быть полезной при исследовании различных проектов систем рельсового транспорта облегченного типа.

При проведении технико-экономических исследований необходимо иметь возможность быстро выполнять расчеты. С сохранением первостепенной цели поддержки решений с помощью анализа «затраты/результаты» создано средство, которое путем использования индикаторов на ранних стадиях проектирования позволяет получать в нужное время ориентировочные оценки стоимости предлагаемых вариантов проектов железных дорог облегченного типа. Это дает возможность оптимизировать варианты с применением итеративного подхода.

Таблица 3

Стоимостные индикаторы инфраструктуры

Объект	Исчисление	Значения индикаторов			Число данных в подборке	Примечание
		минимальные	средние	максимальные		
<i>Элементы путевой структуры</i>						
Рельсы	тыс. евро/км	720	1794	5600	22	Двухпутная линия
Стрелочные переводы	тыс. евро/ед.	57	93	228	12	—
Основание пути	тыс. евро/км	740	1415	4588	17	Двухпутная линия
Искусственные сооружения	Рассчитываются в индивидуальном порядке					—
<i>Оборудование систем электроснабжения</i>						
Тяговые подстанции	тыс. евро/ед.	254	658	1470	12	Без трансформаторов
Контактная сеть	тыс. евро/км	290	558	2660	17	Двухпутная линия
Трансформаторы	тыс. евро/ед.	345			1	Без строительных работ
<i>Оборудование систем сигнализации и связи</i>						
Аппаратура связи	тыс. евро/комплект	45			1	—
Аппаратура СЦБ	тыс. евро/км	333	533	721	11	Двухпутная линия
Аппаратура ограждения неохраемых переездов	тыс. евро/комплект	10	44	250	25	—
Аппаратура ограждения охраняемых переездов		136	344	445	29	—
<i>Объекты станционного хозяйства и вокзалов</i>						
Станции вне города	тыс. евро/комплект	314	557	6000	7	—
Станции в городе		468	1877	4307	11	—

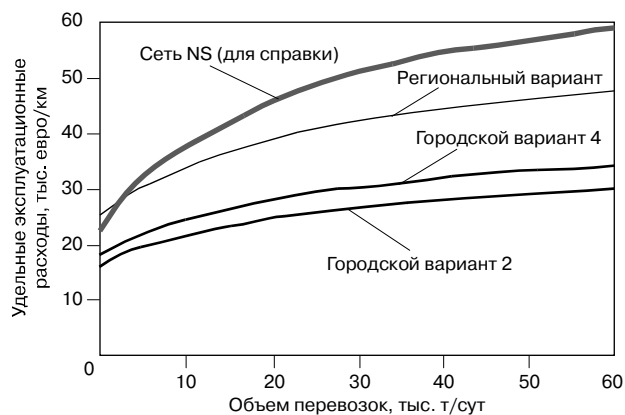


Рис. 5. Общие эксплуатационные расходы для разных вариантов железных дорог облегченного типа

Разработанная база данных по стоимостным индикаторам автоматизирована и включена в существующую информационно-управляющую систему Pro-Rail. Она отличается простотой использования и относительно низкими требованиями к квалификации пользователей. В настоящее время исследуется возможность совмещения метода стоимостных индикаторов с другими моделями оценки капитальных вложений и текущих расходов.

Многие сводные таблицы уже в достаточной степени заполнены конкретными значениями стоимостных индикаторов. Однако есть небольшое число таблиц, которые еще требуют корректировки, чтобы быть полезными для более детальных исследований. В частности, трудно оценить стоимость переустройства действующих линий обычных железных дорог в железные дороги облегченного типа применительно к существующей обстановке. Для большей полноты владения ситуацией этому аспекту должно быть уделено повышенное внимание.

При использовании стоимостных индикаторов важно иметь в виду, что их точность трудно оценить количественно. По сути, каждый индикатор уникален. В зависимости от объема доступной информации и собственного опыта пользователя в каждом конкретном случае должен быть сделан выбор между более быстрыми расчетами на уровне I и более детальным анализом (при наличии соответствующих данных) на уровне II. Уровень II, как правило, дает лучшие результаты. Чем больше выполнено расчетов и чем больше использовано индикаторов, тем точнее прогнозы.

R. Boeijharat. Metro Report, 2004, p. 9 – 11.