

ОЦЕНКА ГРУПП ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ И КРИТЕРИЕВ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО ПОЕЗДА МЕЖДУНАРОДНОГО МАРШРУТА МЕТОДАМИ ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

При организации процесса перевозки пассажиров тем или иным транспортным средством, и принятии решений, нужно учитывать назначение, потребности и возможности заинтересованных групп (например, работников администрации транспортной компании; персонала, обслуживающего поезд; пассажиров и т.д.). Повышение качества перевозки пассажиров пассажирским поездом железной зависит от опыта и квалификации специалистов, участвующих в процессе перевозки, а также от принятых конкретных решений. В публикации рассматривается деятельность и конкретные показатели перевозок пассажиров транспортной компанией «Литовские железные дороги». Представленная методика расчета совместимости важности осмотров респондентов и экспертов при определении групп критериев оценки качества обслуживания пассажиров при поездке на поезде. Представлены результаты опроса респондентов и экспертов, которые определяли важность групп критериев качества. В конце публикации представляются выводы.

Ключевые слова: железная дорога, качество, экспертные методы, согласованность мнений, коэффициент конкорданции, ранг.

Введение. Пассажирские перевозки занимают особое место в работе транспорта. Это обусловлено их высоким социально-экономическим значением в жизни общества и выполнением одной из важнейших гарантий государства – свободы передвижения [18]. Стоит вспомнить известное высказывание английского философа Ф. Бэкона о том, что «три вещи делают нацию великой и благоденствующей: плодородная почва, деятельная промышленность и легкость передвижения людей и товаров». Стабильность рынка железной дороги зависит от проблем, которые остаются неизменными вот уже на протяжении многих лет – городские заторы (пробки), потребность в быстром передвижении, перегруженные тяжелыми грузовиками автомагистрали. Железная дорога осваивает такие государства, как Алжир, Аргентина, страны Персидского залива, Израиль и Индия. США, в которых развит автомобильный и воздушный транспорт, также пересмотрели свою политику в области транспорта и приступили к внедрению скоростных железных дорог [13]. Намерения России – обновить парк подвижного состава и за 20 лет приобрести 20 тысяч локомотивов. С вступлением в новый век железной дороги самым существенным является обеспечение безопасной эксплуатации железнодорожной инфраструктуры, соблюдение требований

стандартов безопасности [10]. Катастрофы современных поездов подтверждают необходимость развития систем определения рельсовых дефектов, которые были бы в значительной степени эффективнее используемых в настоящее время [12], создания модели для определения риска разрывов железнодорожных рельсов и контроля железнодорожных катастроф [17], проведения испытаний железной дороги с использованием тяжелых грузов [5], рассмотрения динамики вагона [4] и структурной динамики железнодорожного транспорта в системах мероприятий [16]. Создаются математические модели формирования составов, позволяющие оптимизировать составы каждого маршрута и вид тяги [2], определяются критерии качества перевозок пассажиров по железной дороге и учитывается их важность [6, 7, 14].

Цель – экспертными методами определить совместимость мнений респондентов (пассажиров) и экспертов (персонала, обслуживающего поезд «Вильнюс-Москва», и работников администрации дирекции по перевозке пассажиров АО «Литовские железные дороги» относительно важности (приоритета) групп А, В, С и D критериев качества перевозки пассажиров по железной дороге.

Перемены в сфере пассажирских перевозок на Литовской железной дороге. При перевозке пассажиров по железным дорогам одну из важнейших ролей играет подвижной состав. Дирекция пассажирских перевозок АО «Литовские железные дороги» продолжает начатое в 2008 году обновление парка пассажирского подвижного состава. В 2011 году парк дизельных поездов пополнился пятью автомотрисами 620М, которые на незагруженных маршрутах полностью удовлетворяют потребности пассажиров в плане комфорта и оправдывают ожидания АО «Литовские железные дороги» в плане снижения эксплуатационных затрат. За последние 10 лет общество инвестировало около 3,6 млрд. литов в эксплуатацию современного парка товарных локомотивов, на основных железнодорожных линиях и станциях внедрены современные системы сигнализации, телекоммуникаций, контроля подвижного состава, обновлены железнодорожные сооружения, палата пассажиров, приобретаются новые экономичные пассажирские поезда. В мае 2010 г. начаты работы по проекту «Балтийские железные дороги» („*Rail Baltica*»). «Балтийские железные дороги» – это железнодорожный путь, соединяющий Варшаву, Каунас, Ригу, Таллинн, Хельсинки, позволяющий развивать сообщение в области перевозки товаров и грузов между государствами Балтии и странами Европы. Проект «Балтийские железные дороги» в Литовской Республике признан важным для государства экономическим проектом.

Однако железнодорожный транспорт не является самым

привлекательным видом транспорта, а пассажирские перевозки – самой обнадеживающей областью деятельности АО «Литовские железные дороги». Пассажирские перевозки – убыточная для предприятия деятельность, ежегодно приносящая убытки более 100 млн. литов, которые покрываются за счет доходов акционерного общества.

Расходы общественности, приходящиеся на железнодорожный транспорт, состоят из финансирования на обслуживание и развитие железных дорог (инфраструктуры), на обновление парка подвижного состава (на модернизацию имеющегося подвижного состава и закупку нового) (рис. 1), финансирования, выделяемого на эксплуатацию, а также расходов, приходящихся на пользователей (пассажиров) железнодорожного транспорта. Различные уровни качества услуг по перевозке пассажиров требуют различных расходов.

Расходы по обслуживанию и развитию железных дорог состоят из средств, использованных для их строительства, ремонта и обслуживания. Большую часть расходов железнодорожников составляют расходы по обновлению, приобретению, ремонту и эксплуатации подвижного состава, (топливо, электроэнергия, запасные части, смазочные материалы, заработная плата работникам и т. п.).

Расходы пользователей железных дорог состоят из убытков по задержке в пути, стоимость билета за проезд, убытки в связи с дорожно-транспортными происшествиями и загрязнением окружающей среды.

При увеличении до определенного размера расходов железнодорожников уменьшаются расходы (суммарные) пассажиров и общественности. Уменьшаются расходы пассажиров, так как в связи с большой скоростью передвижения уменьшается время поездки, также сокращается вероятность дорожно-транспортных происшествий (есть возможность избежать расходов на лечение и страхование). При пересечении кривых (рис. 1), указывающих изменения расходов железнодорожников и пассажиров, мы замечаем минимальные расходы общественности, т.е. оптимальный уровень качества. При повышении качества железнодорожного транспорта также увеличиваются расходы пользователей – дорожают билеты, услуги. Если не осуществляются достаточные инвестиции средств в инфраструктуру и подвижной состав, качество поездки на поезде становится низким или вид транспорта - невзрачным.

Поезда АО «Литовские железные дороги» в 2010 г. следовали по 52 маршрутам местного значения и 2 международным маршрутам. По местным маршрутам курсировали 189 поездов, по международным – 4 поезда, которые формировало АО «Литовские железные дороги». 18 поездов других

иностранных железных дорог следовали в Литву или транзитом через территорию нашего государства.

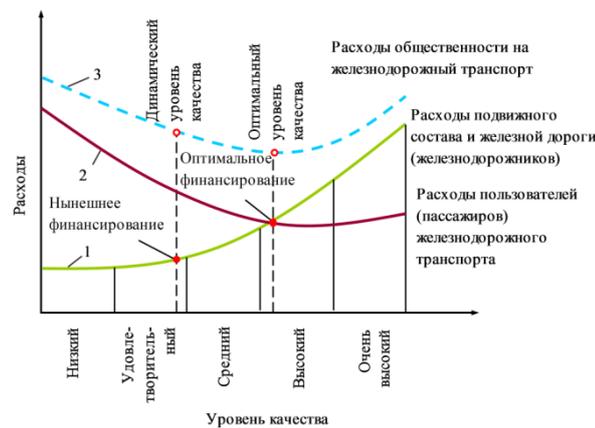


рис. 1. Модель залежності витрат перевезення пасажирів залізничним транспортом від рівня якості: 1 – витрати подвижного складу та залізничної дороги (залізничників); 2 – витрати користувачів (пасажирів) залізничного транспорту; 3 – витрати суспільства (сумарні)

Динаміка перевезення пасажирів в 2007–2010 г.г. отражена на рисунке 2. Перевозка пасажирів в 2010 г. залізничним транспортом складала 4,4 млн. чоловік, т. е. стільки, скільки і в 2009 г., із них:

- поїздами місцевого значення – 3,5 млн. пасажирів;
- поїздами міжнародного значення – 0,9 млн. пасажирів.

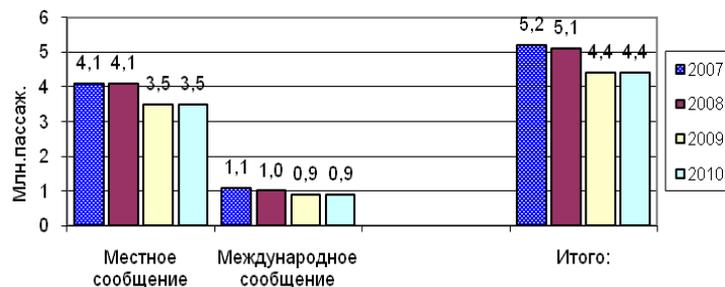


рис. 2. Динаміка перевезення пасажирів в 2007–2010 г. г.(млн. пасажирів)

По сравнению с 2009 г. доходы от перевозки пассажиров увеличились на 15,7 % (рис.3). Стабилизируются масштабы перевозки пассажиров (Таблица 1).

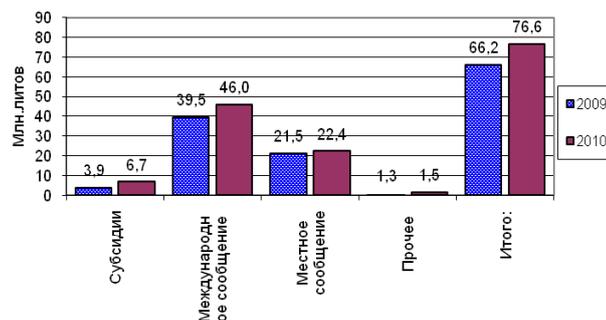


Рис. 3. Доходи від перевезення пасажирів в 2009–2010 г. (млн. литов) [8]

Показатели перевозки пассажиров в 2007–2010 г.

Год	2007	2008	2009	2010
Всего перевезено пассажиров, млн.	5,2	5,1	4,4	4,4
Пассажирооборот, млн. пассажиров на км	408,7	397,5	356,9	373,1
Средний убыток от перевозки одного пассажира на км	78,8	78,5	81,6	85,5
Среднее количество поездок, приходящееся на одного жителя страны	2	2	1	1

В 2010 году на обновление и модернизацию имущества по перевозке пассажиров использовано 83,9 млн. литов. В 2010 г. Приобретены и начата эксплуатация 2 двухэтажных электрических поезда (всего с 2008 г. до 2010 г. обществом приобретено 4 таких поезда), приобретены и эксплуатируются 3 автотрисы из одного вагона (всего с 2008 г. до 2010 г. Обществом приобретено 7 таких автотрис) (Литовские железные дороги. Годовой отчет за 2010 г.).

Очень важно избегать убытков при перевозке пассажиров. Необходимо определить потребности пассажиров. Для этого целесообразно провести основательное исследование качества пассажирских перевозок. Для исследования качества пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте выбран анкетный опрос.

Методика расчета совместимости важности (преимущества) мнений респондентов и экспертов при определении групп критериев качества при поездке на поезде. Качество перевозки пассажиров отражают отдельные критерии, важность которых не является одинаковой. Критерии, имеющие различные единицы измерения и безмерные критерии можно сравнивать, определяя их важность и (значимость) с использованием экспертных методов. Суть метода экспертных оценок заключается в том, что позволяет рационально организовать выполняемый экспертами анализ проблемы с количественной оценкой мнений и обработкой их результатов. Обобщенное мнение группы экспертов берется как решение проблемы (результат решения). Если необходимо принять решение на основании экспертных оценок, необходимо оценить степень совместимости мнений экспертов. Исключительно важным является определение совместимости мнений экспертов с использованием методов оценки нескольких критериев [1, 6, 9, 11, 19]. Согласованность мнений экспертов отражает коэффициент конкордации (соответствия).

Идея коэффициента соответствия Кендэл (1970) [3] связана с суммой ранга каждого показателя (критерия) R_j в отношении всех экспертов:

$$R_j = \sum_{i=1}^n R_{ij} \quad (j=1,2,\dots,m) \quad (1)$$

или более точно – с отклонением величины R_j от среднего показателя \bar{R} суммы квадратов S (аналог дисперсии):

$$s = \sum_{j=1}^m (R_j - \bar{R})^2. \quad (2)$$

Средний ранг каждого критерия \bar{R} получается путем деления суммы предоставленных ему рангов на количество экспертов

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^m R_j}{m} \quad \text{или} \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}}{m} = \frac{n(m+1)}{2}, \quad (3)$$

где R_{ij} – i -ым экспертом (респондентом) j -ому критерию предоставленный ранг, n – количество экспертов (респондентов) ($i=1,2,\dots,n$); m – количество критериев ($j=1,2,\dots,m$).

Средний ранг каждого критерия \bar{R}_j получается путем деления суммы ему предоставленных рангов на количество экспертов

$$\bar{R}_j = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ij}}{n}, \quad (4)$$

где R_{ij} – i -ым экспертом (респондентом) j -ому критерию предоставленный ранг, n – количество экспертов (респондентов) ($i=1,2,\dots,n$).

Если S является реальной суммой квадратов, подсчитанной по формуле (2), то коэффициент согласованности при отсутствии связанных рангов, определяется соотношением полученной величины S и соответственно максимальной s_{\max} (Кендэл 1970):

$$W = \frac{12S}{n^2 m(m^2 - 1)} = \frac{12S}{n^2 (m^3 - m)}. \quad (5)$$

Расчет суммы S отклонений рангов R_{ij} каждого критерия от квадратов среднего ранга удобно производить по формуле:

$$S = \sum_{j=1}^m \left[\sum_{i=1}^n R_{ij} - \frac{1}{2} n(m+1) \right]^2, \quad (6)$$

где m – количество критериев ($j=1,2,\dots,m$); n – количество экспертов (респондентов) ($i=1,2,\dots,n$).

Значение случайной величины s исчисляется путем сложения значений, установленных для всех объектов.

Оценка значимости коэффициентов конкордации. Коэффициент согласованности (конкордации) может применяться на практике, если определено его предельное значение, когда оценки экспертов еще можно считать согласованными. Кендэл (1970) доказал, что при количестве

объектов (критериев) $m > 7$ значимость коэффициента согласованности может устанавливаться с использованием критерия Пирсона χ^2 (chi-квадрат).

Случайная величина

$$\chi^2 = n(m-1)W = \frac{12S}{nm(m+1)} \quad (7)$$

распределенная по распределению χ^2 степень свободы которого $\nu = m - 1$. На основании выбранного уровня значимости α (на практике значение α принимается 0,05 или еще более жестким – 0,01) из таблицы распределения χ^2 степень свободы которого $\nu = m - 1$ получаем критическое значение $\chi_{кр}^2 = \chi_{\nu; \alpha}^2$. Если рассчитанное по формуле (7) значение χ^2 больше чем $\chi_{кр}^2$, это доказательство того, что оценки экспертов (респондентов) согласованы.

Когда количество сравниваемых показателей (критериев) m составляет от 3 до 7, распределение χ^2 следовало бы применять осторожно, так как критическое значение распределения $\chi_{кр}^2$ может быть больше, чем подсчитанное, хотя степень согласованности мнений экспертов еще является достаточной. В таком случае можно применять таблицы вероятности коэффициента согласованности или таблицы критических значений S ($3 \leq m \leq 7$) [9].

Минимальное значение коэффициента согласованности W_{\min} , при наличии которого нельзя утверждать, что все мнения экспертов (респондентов) n о качестве сравниваемых критериев m исследуемого объекта с установленным (необходимым) уровнем значимости α и степенью свободы $\nu = m - 1$ являются согласованными, можно подсчитать на основании предлагаемой нами формулы [15]:

$$W_{\min} = \frac{\chi_{\nu, \alpha}^2}{n(m-1)}, \quad (8)$$

где $\chi_{\nu, \alpha}^2$ – критическая статистика Пирсона, значение которой определяется по таблице, принимая степень свободы ν и уровень значимости α ($\chi_{\nu, \alpha}^2 = \chi_{кр}^2$).

Часто на практике в некоторых расчетах более удобно использовать показатели согласованности, положительное значение которых является максимальным [19].

Когда качество объекта оценивается по аддитивной математической модели, на основании которой подсчитывается его комплексный показатель качества, позволяющий одним числом определить его качество и сравнить его с аналогичными другими объектами, удобно использовать не средние ранги критериев \bar{R}_j , которые не отражают, насколько один ранг выше

другого, но показатели их весомости Z_j .

Весомость (значимость) критериев качества оцениваемого экспертами объекта при их нормализации (принимая их сумму за единицу) может определяться путем исчисления предлагаемого нами [15] каждого показателя весомости Z_j по формуле:

$$Z_j = \frac{(m+1) - \bar{R}_j}{\sum_{j=1}^m \bar{R}_j}, \quad (9)$$

где m – количество критериев (показателей), отражающих качество (свойства) объекта; \bar{R}_j – j -ый средний ранг критерия, расчет которого выполнен по формуле (4).

Результаты опроса мнений респондентов и экспертов, определивших значимости групп критериев качества поездки на поезде, и сравнительный анализ. 21 пассажир поезда «Вильнюс-Москва», 29 экспертов, разбирающихся в элементах поезда, техническом состоянии железной дороги, организации и технологии процесса передвижения на поезде, мероприятиях обеспечения безопасности перевозки, требованиях качества перевозки (20 работников по обслуживанию поезда «Вильнюс-Москва» и 9 работников администрации АО «Литовские железные дороги») получили опросные анкеты (Табл. 2), в которых следовало указать оценки (ранги) важности (преимущества) групп А, В, С и D критериев качества поездки на поезде.

Таблица 2.

**Анкета групп А, В, С и D критериев качества поездки на поезде
(с представленными первым респондентом рангами R_j)**

№ п/ п	Наименование группы критериев и краткое описание	Ранг
1.	Цена поездки (С) (цена билета, расходы на иностранное мед. страхование, визу и др.)	4
2.	Элементы поезда и техническое состояние железнодорожного пути (А) (железнодорожный путь, скорость поезда, конструкция вагона и оборудование, от которого зависит комфорт поездки пассажира)	3
3.	Безопасность поездки на поезде (D) (средства пожаротушения, оказания первой мед. помощи, действие контроля осей, пожарной сигнализации и ручного тормоза, возможность вызвать в поезд медиков и полицию)	1
4.	Организация и технология процесса поездки на поезде (В) (своевременное отправление поезда - прибытие поезда, качество	2

предоставляемых в поезде услуг, вид обслуживающего персонала, культура общения с пассажирами, знание иностранных языков и др.)

Примечание: 1. Цифровая оценка преимущества группы критериев: 1 (самое важное); 2 (наиболее важное); 3 (важное); 4 (средней важности).

При использовании представленной выше методики определена совместимость мнений всех респондентов и экспертов.

На столбчатых диаграммах (Рис. 4, 5 и 6) представлены подсчитанные значения средних рангов групп А, В, С и D критериев качества перевозки, указанных респондентами и экспертами.

С использованием представленной выше методики по значениям расчетных коэффициентов конкордации w и минимальным их величинам w_{\min} определена совместимость мнений каждой отдельно взятой категории респондентов и экспертов, а также общая совместимость всех респондентов и экспертов (50 оценщиков) (Таблица 3). Значение Z_j важности каждого критерия респондента и эксперта подсчитано по формуле (9).

Средние ранги \bar{R}_j по мнению пассажиров (групп А, В, С и D критериев качества поездки на поезде) показывают, что показатель С важнее показателей В, D и А, т. е. получается следующая иерархия: $C > B > D > A$. Средние ранги \bar{R}_j по мнению обслуживающего персонала (групп А, В, С и D критериев качества поездки на поезде) показывают, что показатель D важнее показателей А, С и В, т. е. получается следующая иерархия: $D > A > C > B$. По мнению работников администрации АО «Литовские железные дороги» выявлены следующие тенденции: $C > D > B > A$. Насколько группы критериев важнее одна другой, рассчитанные средние ранги \bar{R}_j не показывают. Наиболее близки мнения пассажиров и работников администрации (Таблица 4), которые были одинаковыми относительно преимущества (важности) групп А и С критериев качества поездки на поезде.

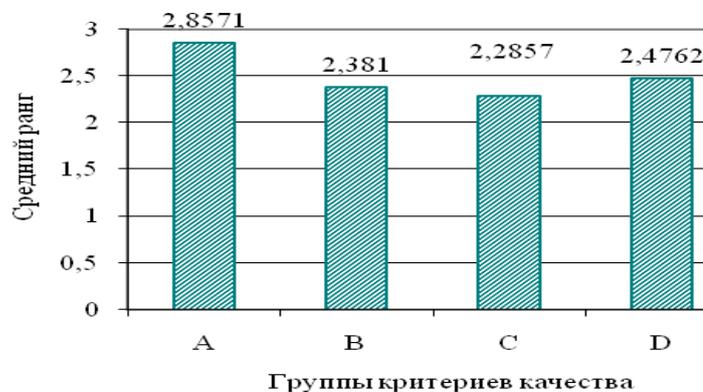


Рис. 4. Диаграмма критериев А, В, С, D качества поездки на поезде по мнению пассажиров среднего ранга ($n = 21$), $W = 0,038$, $w_{\min} = 0,180$, $\chi^2 = 2,37$, $\chi_{\alpha,v}^2 = 11,34$

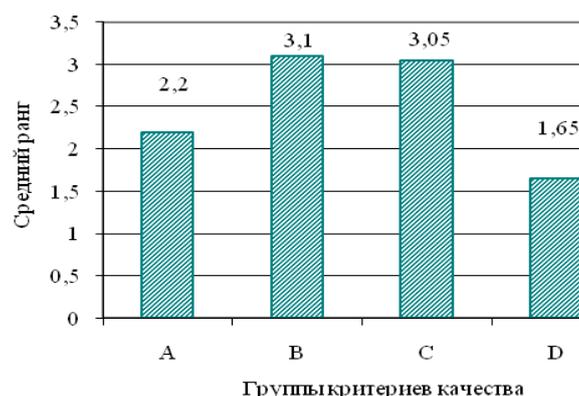


Рис. 5. Диаграмма критериев А, В, С, D качества поездки на поезде по мнению обслуживающего персонала среднего ранга поезда

($n = 20$), $W = 0,295$, $W_{\min} = 0,189$, $\chi^2 = 17,70$, $\chi_{\alpha,v}^2 = 11,34$

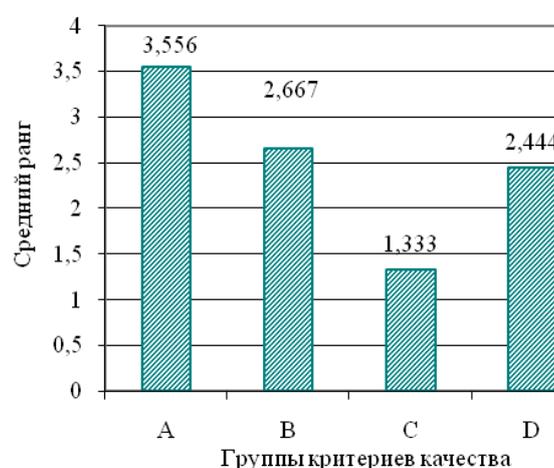


Рис. 6. Диаграмма критериев А, В, С, D качества поездки на поезде по мнению работников администрации среднего ранга АО «Литовские железные дороги» ($n = 9$),

$W = 0,501$, $W_{\min} = 0,420$, $\chi^2 = 13,53$, $\chi_{\alpha,v}^2 = 11,34$

Таблица 3

Эмпирические, критические и минимальные значения

Категория респондентов или экспертов	Значение			
	w	W_{\min}	χ^2	$\chi_{\alpha,v}^2$
К	0,038	0,180	2,37	11,34
Р	0,295	0,189	17,70	11,34
А	0,501	0,420	13,53	11,34
В (К, Р, А)	0,047	0,0756	6,984	11,34

*Обозначения категорий респондентов и экспертов: К – пассажиры, Р – обслуживающий персонал поездов, А – работники администрации, В – общее обозначение респондентов (пассажиров) и экспертов (обслуживающего персонала поездов и работников администрации)

Критические значения $\chi_{\alpha,v}^2$ коэффициента конкордации W показывают,

что показатель D важнее показателей A, C и B, т. е. получается следующая иерархия: $D > A > C > B$, а по мнению работников администрации АО «Литовские железные дороги» выявлены следующие тенденции: $C > D > B > A$. Наиболее близки мнения пассажиров и работников администрации (Таблица 4), которые были одинаковыми относительно преимущества (важности) групп A и C критериев качества поездки на поезде.

Видно, что мнения пассажиров о важности (преимуществе) критериев групп A, B, C, D качества поездки на поезде являются очень противоречивыми, а мнения обслуживающего персонала поезда и работников администрации АО «Литовские железные дороги» являются совместимыми. Общее мнение всех респондентов и экспертов также является противоречивым. Можно сделать предпосылку, что потребности и интересы пассажиров тоже очень различны: например, для одних наиболее важна цена проезда и не так важен уровень комфорта, для других – наоборот.

Таблица 4.

Количество совпадений мнений (рангов) респондентов и экспертов

Группа критериев	K=P	K=A	P=A
A	0	1	0
B	0	0	0
C	0	1	0
D	0	0	0
Всего	0	2	0

*Обозначения категорий респондентов и экспертов: K – пассажиры, P – обслуживающий персонал поездов, A – работники администрации

О весомости группы критериев A из мнений респондентов и экспертов всех трех категорий (K, P, A), участвовавших в исследовании, свидетельствует средний коэффициент \bar{z}_A (при одинаковом количестве респондентов и экспертов в каждой категории), который определяется по формуле:

$$\bar{z}_A = \frac{\sum_{e=1}^3 z_{Ac}}{3} = \frac{z_{AK} + z_{AP} + z_{AA}}{3}, \quad (10)$$

где z_A – присвоен коэффициент весомости группе A критериев (анкет) респондентов; z_{AK}, z_{AP}, z_{AA} – весомость группы критериев A, присвоена соответственно пассажирами, обслуживающим персоналом поезда и работниками администрации.

Средние коэффициенты весомости \bar{z}_B , \bar{z}_C , \bar{z}_D для других групп критериев (B, C, D) были рассчитаны по аналогичным формулам (Таблица 5):

$$\bar{Z}_B = \frac{\sum_{e=1}^3 Z_{Be}}{3} = \frac{Z_{BK} + Z_{BP} + Z_{BA}}{3}; \quad (11)$$

$$\bar{Z}_C = \frac{\sum_{e=1}^3 Z_{Ce}}{3} = \frac{Z_{CK} + Z_{CP} + Z_{CA}}{3}; \quad (12)$$

$$\bar{Z}_D = \frac{\sum_{e=1}^3 Z_{De}}{3} = \frac{Z_{DK} + Z_{DP} + Z_{DA}}{3}. \quad (13)$$

О важности группы критериев А из мнений респондентов и экспертов всех трех категорий (К, Р, А), участвовавших в исследовании, свидетельствует средний коэффициент весомости \bar{z}_A^* (при различном количестве респондентов и экспертов в каждой категории), который определяется по формуле:

$$\bar{z}_A^* = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot n_e}{\sum_{e=1}^N n_e} = \frac{Z_{AK} \cdot n_K + Z_{AP} \cdot n_P + Z_{AA} \cdot n_A}{n_K + n_P + n_A}, \quad (14)$$

где Z_{AK}, Z_{AP}, Z_{AA} – присвоенный коэффициент веса для группы критериев А пассажирами (К), обслуживающим персоналом поезда (Р) и работниками администрации (А); n_K, n_P, n_A – число респондентов (К) или экспертов (Р, А).

В нашем случае число респондентов и экспертов различно, поэтому применяем формулу (14). Данную формулу целесообразнее применять потому, что респондентов имеется больше всего – 21 пассажир. Мнение пассажиров является приоритетным.

Мнения респондентов и экспертов категорий (К, Р, А) о важности среднего коэффициента веса групп В, С и D критериев \bar{z}_k^* определяется по формуле:

$$\bar{z}_B^* = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot n_e}{\sum_{e=1}^N n_e} = \frac{Z_{BK} \cdot n_K + Z_{BP} \cdot n_P + Z_{BA} \cdot n_A}{n_K + n_P + n_A}; \quad (15)$$

$$\bar{z}_C^* = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot n_e}{\sum_{e=1}^N n_e} = \frac{Z_{CK} \cdot n_K + Z_{CP} \cdot n_P + Z_{CA} \cdot n_A}{n_K + n_P + n_A}; \quad (16)$$

$$\bar{z}_D^* = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot n_e}{\sum_{e=1}^N n_e} = \frac{Z_{DK} \cdot n_K + Z_{DP} \cdot n_P + Z_{DA} \cdot n_A}{n_K + n_P + n_A}.$$

(17)

Мнения пассажиров (К) групп критериев А, В, С и D, обслуживающего персонала поезда (Р) и работников администрации (А) АО «Литовские железные дороги» о показателе важности (веса) Z_k и результаты расчетов

приоритетов представлены в таблице 5, а ломаные линии показателя важности (веса) z_k и коэффициента среднего веса \bar{z}_k , \bar{z}_k^* изображены на рис. 7.

Пассажиры полагают, что группа критериев С качества поездки на поезде является самой важной, так как $z_{СК} = 0,2714$. Менее важной является группа критериев В, так как $z_{БК} = 0,2619$ и наименее важна группа критериев А, так как $z_{АК} = 0,2143$ (Рис. 7).

Таблица 5.

Весомость и приоритет качества поездки на поезде по группам А, В, С и D критериев, оцененные пассажирами (К), персоналом обслуживающим поезд (Р) и работниками администрации АО «Литовские железные дороги» (А).

Весомости $z_k, \bar{z}_k, \bar{z}_k^*$	Группа критериев качества				Сумма
	А	В	С	D	
Пассажиры(n=21)					
$z_{кК}$	0,2143	0,2619	0,2714	0,2524	1,000
Приоритет	4	2	1	3	-
Обслуживающий персонал поезда (n=20)					
$z_{кР}$	0,2800	0,1900	0,1950	0,3350	1,000
Приоритет	2	4	3	1	-
Работники администрации АО «Литовские железные дороги» (n=9)					
$z_{кА}$	0,1444	0,2333	0,3667	0,2556	1,000
Приоритет	4	3	1	2	-
Среднее арифметическое от мнений всех экспертов и респондентов (n=50) \bar{z}_k					
	0,2129	0,2284	0,2777	0,2810	1,000
Среднее арифметическое от мнений всех экспертов и респондентов (n=50), после оценки их количества в категориях \bar{z}_k^*					
	0,2280	0,2280	0,2580	0,2860	1,000

Для персонала, обслуживающего поезд, важнейшей является группа критериев А ($z_{АР} = 0,280$) и группа критериев D ($z_{DR} = 0,335$). Работники администрации АО «Литовские железные дороги» считают, что значительно важнее группа критериев С, так как $z_{СА} = 0,367$ и менее всего важна группа критериев А, так как $z_{АА} = 0,144$. Значения коэффициентов весомости свидетельствуют, что мнения отдельных категорий респондентов и экспертов часто отличаются или являются противоречивыми. Вычисленные по

различным формулам средние значения коэффициентов веса групп критериев показывают, что группа D критериев важнее, нежели группа C, группа критериев C важнее группы B, а группа критериев B важнее группы A. Из этого следует вывод, что для всех респондентов и экспертов заинтересованных категорий параметры дороги и подвижного состава (группа критериев A) являются менее важными, а важнейшими являются параметры безопасного движения (группа критериев D).

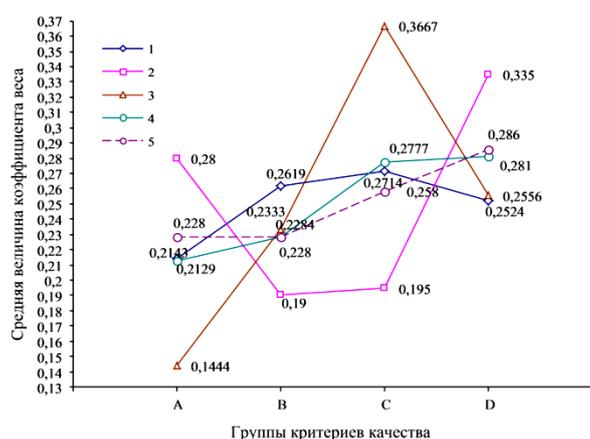


Рис.7. Коэффициенты весомости групп критериев A, B, C и D качества поездки на поезде: 1 – пассажиров (К); 2 – обслуживающего персонала поезда (Р); 3 – работников администрации АО «Литовские железные дороги» (А); 4 – среднее \bar{Z}_k мнений всех экспертов и респондентов ($n = 50$); 5 – среднее от мнений всех экспертов и респондентов ($n = 50$), после оценки их качества в категориях \bar{Z}_k^*

Выводы:

1. После обработки анкетных данных опроса по качеству поездки на поезде групп респондентов по критериям A, B, C, D (пассажиров) и экспертов (обслуживающего поезд персонала и работников администрации АО «Литовские железные дороги»), установлена важность (преимущество) данных групп.

2. Мнения пассажиров (К) о важности (преимущество) групп критериев A, B, C, D по качеству поездки на поезде являются не согласованными. Потребности пассажиров разные: для одних более важной является цена поездки, но ассортимент услуг и качество являются второстепенными предметами, для других – цена поездки не составляет важности, однако они желают как можно больше разнообразных и более качественных услуг, комфорта.

3. Мнения обслуживающего поезд персонала (Р) о качестве поездки на поезде по группам критериев A, B, C, D являются хорошо согласованными. Их можно причислить к квалифицированным оценщикам.

4. Мнения работников администрации АО «Литовские железные

дороги» о качестве поездки на поезде по группам критериев А, В, С, D являются согласованными.

5. О преимуществе (весомости) групп критериев А, В, С, D по качеству поездки на поезде более близкими являются мнения пассажиров и работников администрации.

Список использованных источников

1. Brauers, W. K. M.; Zavadskas, E. K.; Peldschus, F.; Turskis, Z. Multi-objective decision-making for road design / W. K. M. Brauer; E. K. Zavadskas; F. Peldschus; Z. Turskis. — *Transport* 23 (3), Vilnius.: Technika, 2008. — 183–193. doi:10.3846/1648-4142.2008.23.183-193
2. Dailydka, S. Choosing railway vehicles for carrying passengers / S. Dailydka. — *Transport* 25 (1), Vilnius.: Technika, 2010. — 11–16. doi:10.3846/transport.2010.02
3. Кендэл, М. Ранговые корреляции / М. Кендэл. — М. : Статистика, 1975.— .214 с.
4. Lei, X. ; Zhang, B. Analysis of dynamic behavior for slab track of high-speed railway based on vehicle and track elements / X. Lei; B. Zhang. — *Journal of Transportation Engineering* 137 (4), 2011. — 227240. doi: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000207
5. Li, D.; Bilow, D. N. Testing of slab track under heavy axle loads, *Transportation Research Record*, 2008. — 55–64. doi:10.3141/2043-07
6. Maskeliūnaitė, L.; Sivilevičius, H.; Podvezko, V. Research on the quality of passenger transportation by railway / L. Maskeliūnaitė; H. Sivilevičius; V. Podvezko. — *Transport* 24(2), Vilnius.: Technika, 2009. — 100–112. doi:10.3846/1648-4142.2009.24.100-112
7. Maskeliunaite, L.; Sivilevicius, H. 2011. Applying AHP technique to the assessment of railway trip quality (RTQ), in *The 8th International Conference «Environment Engineering»: Selected papers*, vol. 3. Ed. by D. Čygas, K. D. Froehner. May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika, 1193–1199.
8. Литовские железные дороги. Годовой отчет. 2010. — 42 с. (на лит. языке)
9. Podvezko, V. Determining the level of agreementt of expert estimates / V. Podvezko. — *Technological and Economic Development of Economy*, 11 (2) 2005. — 101-107.
10. Rao, A.; Tsai, T. 2007. Safety standards for high-speed rail transportation / A. Rao; T. Tsai. *Transportation Research Record* 1995:35–42. doi:10.3141/1995-05
11. Saaty, T. L. *The analitic Hierarchy Process* / T. L Saaty. — New York: M. Graw-Hill, 1980.
12. Scalea, F. L.; Bartoli, I.; Rizzo, P.; Fateh, M. High-speed defect detection in

- rails by noncontact guided ultrasonic testing / F. L. Scalea; I. Bartoli; P. Rizzo. Transportation Research Record 2005: 66–77.
13. Schwieterman, J. P.; Scheidt, J. 2007. Survey of current high-speed rail planning efforts in the United States, / J. P. Schwieterman; J. Scheidt. — Transportation Research Record 1995: 27–34. doi:10.3141/1995-04
14. Sivilevičius, H.; Maskeliūnaitė, L. 2010. The criteria for identifying the quality of passengers transportation by railway and their ranking using AHP method / H. Sivilevičius; L. Maskeliūnaitė. — Transport 25(4): 368–381. doi:10.3846/transport.2010.46
15. Sivilevičius, H. 2011b. Application of expert evaluation method to determine the importance of operating asphalt neixing plant quality criteria and rank correlation / H. Sivilevičius. — The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering 6 (1): 48–58. doi:10.3846/bjrbe.2011.07
16. Stribersky, A.; Moser, F.; Rulka, W. 2000. Structural dynamics of rail vehicle systems: a virtual systems approach / A Stribersky; F. Moser; W. Rulka. — Developments in Engineering Computational technology: 29–36.
17. Zhao, J.; Chan, A. H. C.; Burrow, M. P. N. 2007. Probabilistic model for predicting rail breaks and controlling risk of derailment / J. Zhao; A. H. C. Chan; M. P. N. Burrow — Transportation Research Record 1995: 76–83. doi:10.3141/1995-10
18. Белов, И. В. Экономика железнодорожного транспорта / И. В. Белов, Н. П. Терешина, В. Г. Галабурда. – М. : Маршрут, 2001.–.600 с.
19. Завадскас Э. К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве /. Э. К. Завадскас. – Вильнюс. : Мокслас, 1987. – 212 с.

Анотація

При організації процесу перевезення пасажирів тим чи іншим транспортним засобом, та прийнятті рішень, потрібно враховувати призначення, потреби і можливості зацікавлених груп (наприклад, працівників адміністрації транспортної компанії; персоналу, що обслуговує поїзд; пасажирів і так далі). Підвищення якості перевезення пасажирів пасажирським поїздом залізницею залежить від досвіду і кваліфікації фахівців, які беруть участь в процесі перевезення, а також від прийнятих конкретних рішень. У публікації розглядається діяльність і конкретні показники перевезень пасажирів транспортною компанією «Литовські залізниці». Представлена методика розрахунку сумісності важливості оглядів респондентів та експертів при визначенні груп критеріїв оцінки якості обслуговування пасажирів при поїздки на поїзді. Представлені результати опиту респондентів та експертів, які визначали важливість груп критеріїв якості. У кінці публікації представляються висновки.

Ключові слова: залізна дорога, якість, експертні методи, узгодженість оглядів, коефіцієнт конкорданції, ранг.

Annotation

The goals, needs and possibilities of the interested parties (including the administration, the service staff and passengers of the train) should be taken into account in organizing passenger transportation and making decisions in this area. The improvement of passenger transportation (the railway trip) depends on the experience, qualification and decisions made by the specialists involved in this process. The paper analyses the performance of the joint-stock enterprise *lietuvos geležinkeliai* and the criteria, describing the quality of passenger transportation by this company. The methods of determining the consistency of the respondents and experts judgements in ranking the sets of criteria describing the quality of the railroad trip are presented. The results of the questionnaire survey of the respondents and experts, presenting the ranks given by them to the groups of the criteria a, b, c d, describing the quality of the railway trip, are provided. Finally, the conclusions based on the research performed are presented.

Keywords: railway, quality, expert evaluation, consistency of judgements, concordance coefficient, rank.