

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-10>

УДК: 656.2

МРНТИ: 62.53.25

## Определение методики спроса пассажиров по типам пассажирских вагонов

\*<sup>1</sup>Сарбаев С.Ш.

<sup>1</sup>Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан

\*Автор-корреспондент email: [transport\\_teknika@mail.ru](mailto:transport_teknika@mail.ru)

### Аннотация

В статье рассматривается транзитно-транспортный потенциал Республики Казахстан, расположенной в центре евразийского континента на стыке Европы и Азии, что обуславливает её важную геополитическую роль как транзитного моста между Европой и Азией, Россией и Китаем. Особое внимание удалено анализу спроса пассажиров на различные типы вагонов в сегменте дальнего следования, повышению уровня комфорта и качества обслуживания. В исследовании использован метод экспертных оценок для определения рациональной схемы формирования составов пассажирских поездов, что позволяет учесть профессиональный опыт специалистов железнодорожной отрасли и реальные предпочтения пассажиров. Приведены результаты опросов пассажиров, показавших высокую заинтересованность в купейных и мягких вагонах и полное отсутствие спроса на общие вагоны на дальних маршрутах. Представлены методы математического моделирования и анализа экспертных данных, включая многомерное представление схем формирования составов в виде случайных векторов и определение доверительных интервалов для каждого типа вагонов. Разработанная схема направлена на повышение качества и комфортабельности пассажирских перевозок, увеличение конкурентоспособности железнодорожного транспорта и рост удовлетворенности клиентов. Рассмотрены перспективы развития транспортной системы Казахстана в условиях глобальной конкуренции, включая необходимость модернизации инфраструктуры, внедрения современных технологий и комплексного мониторинга спроса пассажиров. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования системы планирования пассажирских перевозок и формирования состава поездов дальнего следования в целях повышения эффективности железнодорожного транспорта Республики Казахстан.

**Ключевые слова:** пассажир, транспорт, вагон, поток, метод, спрос, поезд, эксперимент.

Поступила:  
11 февраля 2024  
Рецензирование:  
27 марта 2024  
Принята в печать:  
23 мая 2024

### Информация об авторах:

Доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9861-6780>. E-mail: [transport\\_teknika@mail.ru](mailto:transport_teknika@mail.ru)

Сарбаев С.Ш.

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-10>

ӘОЖ: 656.2

FTAMPI: 62.53.25

## Жолаушылар вагондарының түрлері бойынша жолаушыларға сұраныс әдістемесін анықтау

\*<sup>1</sup>Сарбаев С.Ш.

<sup>1</sup>Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан

\*Автор-корреспондент email: [transport\\_teknika@mail.ru](mailto:transport_teknika@mail.ru)

### Түйіндеме

Мақалада Еуразия құрлығының орталығында Еуропа мен Азияның түйіскен жерінде орналасқан Қазақстан Республикасының транзиттік-көліктік әлеуеті қарастырылады, бұл оның Еуропа мен Азия, Ресей мен Қытай арасындағы транзиттік көпір ретіндегі маңызды геосаяси рөлін айқындауды. Жолаушылардың қалааралық сегменттегі вагондардың әртүрлі түрлеріне сұранысын талдауға, жайлыштық пен қызмет көрсету сапасын арттыруға ерекше назар аударылады. Зерттеу жолаушылар пойыздарының құрамын қалыптастырудың ұттымды схемасын анықтау үшін сараптамалық бағалау әдісін қолданды, бұл теміржол саласы мамандарының кәсіби тәжірибесін және жолаушылардың нақты қалауын ескеруге мүмкіндік береді. Күп және жұмсақ вагондарға жоғары қызығушылық танытқан және алыс бағыттардағы жалпы вагондарға сұраныстың толық жоқтығын көрсеткен жолаушылар сауалнамасының нәтижелері келтірілген. Математикалық модельдеу және сараптамалық деректерді талдау әдістері, соның ішінде кездейсоқ векторлар түрінде композицияларды қалыптастыру схемаларын көп өлшемді ұсыну және вагондардың әр түрі үшін сенімділік интервалдарын анықтау ұсынылған. Әзірленген схема жолаушылар тасымалының сапасы мен жайлыштық арттыруға, теміржол көлігінің бәсекеге қабілеттілігін арттыруға және клиенттердің қанағаттанушылығын арттыруға бағытталған. Инфрақұрылымды жаңғырту, заманауи технологияларды енгізу және жолаушылар сұранысының кешенді мониторингі қажеттілігін қоса алғанда, жаһандық бәсекелестік жағдайында Қазақстанның көлік жүйесін дамыту перспективалары қаралды. Алынған нәтижелер Қазақстан Республикасының теміржол көлігінің тиімділігін арттыру мақсатында жолаушылар тасымалын жоспарлау жүйесін жетілдіру және қалааралық поездар құрамын қалыптастыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** жолаушы, көлік, вагон, ағын, әдіс, сұраныс, пойыз, эксперимент.

### Авторлар туралы ақпарат:

Техника ғылымдарының докторы, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұттымдастыру» кафедрасының профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9861-6780>. E-mail: [transport\\_teknika@mail.ru](mailto:transport_teknika@mail.ru)

Сарбаев С.Ш.

**Determination of the methodology of passenger demand by types of passenger cars****\*<sup>1</sup>Sarbaev S.Sh.**<sup>1</sup>Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan\*Corresponding author email: [transport\\_teknika@mail.ru](mailto:transport_teknika@mail.ru)**Abstract**

Received:  
11 February 2024  
Peer-reviewed:  
27 March 2024  
Accepted:  
23 May 2024

The article examines the transit and transport potential of the Republic of Kazakhstan, located in the center of the Eurasian continent at the junction of Europe and Asia, which determines its important geopolitical role as a transit bridge between Europe and Asia, Russia and China. Special attention is paid to analyzing passenger demand for various types of wagons in the long-distance segment, improving comfort and quality of service. The study uses the method of expert assessments to determine a rational scheme for the formation of passenger train trains, which allows us to take into account the professional experience of specialists in the railway industry and the real preferences of passengers. The results of surveys of passengers who showed a high interest in compartment and soft cars and a complete lack of demand for shared cars on long-distance routes are presented. Methods of mathematical modeling and analysis of expert data are presented, including a multi-dimensional representation of train formation schemes in the form of random vectors and the determination of confidence intervals for each type of wagons. The developed scheme is aimed at improving the quality and comfort of passenger transportation, increasing the competitiveness of railway transport and increasing customer satisfaction. The prospects for the development of Kazakhstan's transport system in the context of global competition are considered, including the need to modernize infrastructure, introduce modern technologies and comprehensively monitor passenger demand. The results obtained can be used to improve the planning system for passenger transportation and the formation of long-distance train composition in order to increase the efficiency of railway transport in the Republic of Kazakhstan.

**Keywords:** passenger, transport, wagon, flow, method, demand, train, experiment.

**Sarbaev S.Sh.****Information about authors:**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Engineering and Organization of Transportation, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9861-6780>. E-mail: [transport\\_teknika@mail.ru](mailto:transport_teknika@mail.ru)

## Введение

Повышение требований пассажиров к уровню сервиса перевозок, а также усиление конкуренции железнодорожного транспорта с другими видами транспорта оказывают значительное влияние на спрос в сегменте пассажирских перевозок дальнего следования.

В целях повышения качества и комфортабельности пассажирских перевозок возникает необходимость реализации комплекса мероприятий по учёту предложений пассажиров, связанных с изменением расписания движения поездов: установлением более удобного времени прибытия на станции назначения и времени отправления с начальных станций. Определение потребного количества поездов на конкретных участках железной дороги должно осуществляться не только с учётом освоения расчётного пассажиропотока, но и с учётом предпочтений пассажиров.

Для решения таких задач потребуется автоматизация процесса формирования исходных данных с применением современных вычислительных технологий и математического моделирования. Математические модели принятия решений, основанные на теории нечеткой логики и нечетких множеств, позволяют решать многокритериальные задачи, отличающиеся противоречивостью и нестандартностью. В связи с этим нечеткие системы могут быть использованы для формирования маршрутной сети пассажирских поездов дальнего следования. Под маршрутной сетью в данном случае понимается совокупность маршрутов поездов, определяющих:

- станции формирования и станции назначения поездов;
- количество поездов за единицу времени;
- схемы составов поездов.

Математические модели расчёта маршрутной сети при обеспечении беспересадочного сообщения пассажиропотоков и с учётом предпочтений пассажиров способствуют повышению качества и комфортабельности пассажирских перевозок и, как следствие, усилию конкурентоспособности железнодорожного транспорта на рынке транспортных услуг.

Следует также учитывать, что на эффективность пассажирских перевозок дальнего следования влияет выбор схемы составов поездов. Анализ закономерностей распределения пассажиропотока по типам мест в поездах позволит определить оптимальные схемы составов на основе предпочтений пассажиров и повысить уровень удовлетворения спроса на железнодорожные перевозки.

## Методы

В исследовании использован метод экспертных оценок для определения рациональной схемы формирования составов пассажирских поездов, что позволяет учесть профессиональный опыт специалистов железнодорожной отрасли и реальные предпочтения пассажиров.

## Результаты

Высокое качество обслуживания пассажиров во многом зависит от уровня сервиса и комфортабельности поездов, что обеспечивается соответствующей схемой формирования составов, оборудованием вагонов, уровнем подготовки их к рейсу и четкой работой бригады проводников поезда. Из всех этих факторов наиболее значимыми для пассажиров в осуществлении поездки является тип вагона, потому что все остальные пассажир познает после приобретения билета, непосредственно в поезде. Следовательно, определяющим фактором для выбора схемы формирования составов пассажирских поездов, является спрос на места, так как от степени его удовлетворения будет зависеть прибыль железных дорог и качество

обслуживания пассажиров. Поэтому на стадии планирования пассажирских перевозок очень важно знать и учесть желания пассажиров приобрести билет в тот или иной тип вагонов [1].

На современном этапе предлагаемые места по типам вагонов существующих схем формирования не всегда удовлетворяют спросу населения. Как показывает анализ опроса пассажиров тридцати поездов направления Алматы – Астана летнего формирования, примерно 30 % пассажиров желают ехать в более комфортабельных типах вагонов, чем им предлагают железная дорога. Спрос на места по типам вагонов конкретного поезда зависит от многих факторов: прокладки поезда по графику, его скорости, времени нахождения в пути, стоимости билетов, внутреннего устройства вагонов и других. Существующими факторами, определяющими спрос, является структура пассажиропотока, культурный и материальный уровень населения, цели поездок. Каждый обращающийся на сети железных дорог поезд имеет индивидуальный набор таких характеристик. Анализ материалов исследования показал, что спрос на места по направлениям имеет большие колебания. Например, на Западном направлении спрос на купейные вагоны составляет 68 %, плацкартные 31 %, а на Восточном направлении – купейные 35 % и плацкартные 65 %. Вместе с тем, следует отметить тот факт, что в результате проведенного опроса, не зафиксировано ни одного желания пассажиров дальнего следования совершить поездку в общем вагоне.

Определение спроса на места по типам вагонов, обращаемых на сети железных дорог поездов – задача важная и сложная. Значительно сложнее эта задача для вновь назначаемых поездов. В существующих условиях требуется разработать такой метод, по которому можно было бы определять спрос пассажиров на места как по находящимся в обращении, так и вновь назначаемым поездам. В настоящее время известны различные пути решения этой проблемы:

- метод непосредственного опроса пассажиров (анкетный);
- адаптивный метод математического моделирования спроса с использованием фактической статистики, получаемой из системы резервирования и продажи билетов «Экспресс-3»;
- методы экспертных оценок и другие.

Дадим краткую характеристику каждому названному методу.

Метод непосредственного опроса пассажиров является одним из наиболее достоверных методов оценки структуры потребностей пассажиров в вагонах различных категорий. Проведенный опрос пассажиров по специально разработанной анкете (в которой указывается пункт назначения и предпочтаемый для поездки тип вагона) и последующая обработка данных, позволяют достаточно точно и качественно устанавливать на некоторый период времени структуру потребностей пассажиров в вагонах различной категории [1].

Несмотря на кажущуюся простоту и надежность, этот метод обладает целым рядом существенных недостатков, из-за которых он для прогнозирования пассажирских перевозок дальнего сообщения практически не применяется. Прежде всего, это трудоемкость метода. Для того, чтобы организовать опрос достаточного количества пассажиров на всей территории нашей страны необходимо привлечь огромную армию специалистов, а это связано с большими экономическими затратами. В то же время, в связи с постоянно растущим благосостоянием населения республики, с изменяющейся территориальной структурой производства, потребления и сферы обслуживания, интенсивно изменяется и структура потребностей пассажиров в вагонах различных категорий.

Адаптивный метод математического моделирования спроса – эффективен, прост в эксплуатации, но требует разработки достаточно сложного математического и программного обеспечения, сбора и накопления статистической информации за несколько лет.

Методы экспертных оценок – просты, не трудоемки и дают практически приемлемые результаты. В последние годы экспертные оценки находят широкое применение в социально-политическом и научно-техническом прогнозировании. Критериями выбора метода определения спроса пассажиров на места по типам вагонов являются цель и задачи применения

полученных результатов, денежные и трудовые затраты на его реализацию, установленные сроки получения конечных результатов, требуемая достоверность информации и степень заинтересованности производителя транспортной услуги.

Очевидно, из всех названных методов определения спроса, наиболее реальными по времени получения практических результатов на текущий период и дешевыми по трудовым и денежным затратам являются методы экспертных оценок.

Рассмотрим применение одного из методов экспертных оценок для определения спроса на места по типам вагонов вновь назначаемых поездов. Определить количественно из каких-либо зависимостей, сколько вагонов того или другого типа должно быть в поезде – сложно. Это одна из плохо формализуемых задач. При известном графике прокладки поездов и величине пассажиропотока, эту задачу можно решить с помощью экспертных оценок. В роли экспертов должны выступать компетентные работники железнодорожного транспорта, связанные своей трудовой деятельностью с обслуживанием пассажиров. К ним можно отнести кассиров по продаже билетов, операторов – приемщиков предварительных заказов на билеты в ЦЖБ, проводников вагонов, работников по распределению и использованию мест в пассажирских поездах отделениях дороги (ЛБК), дорожного бюро (ЛЖБ) и других [2].

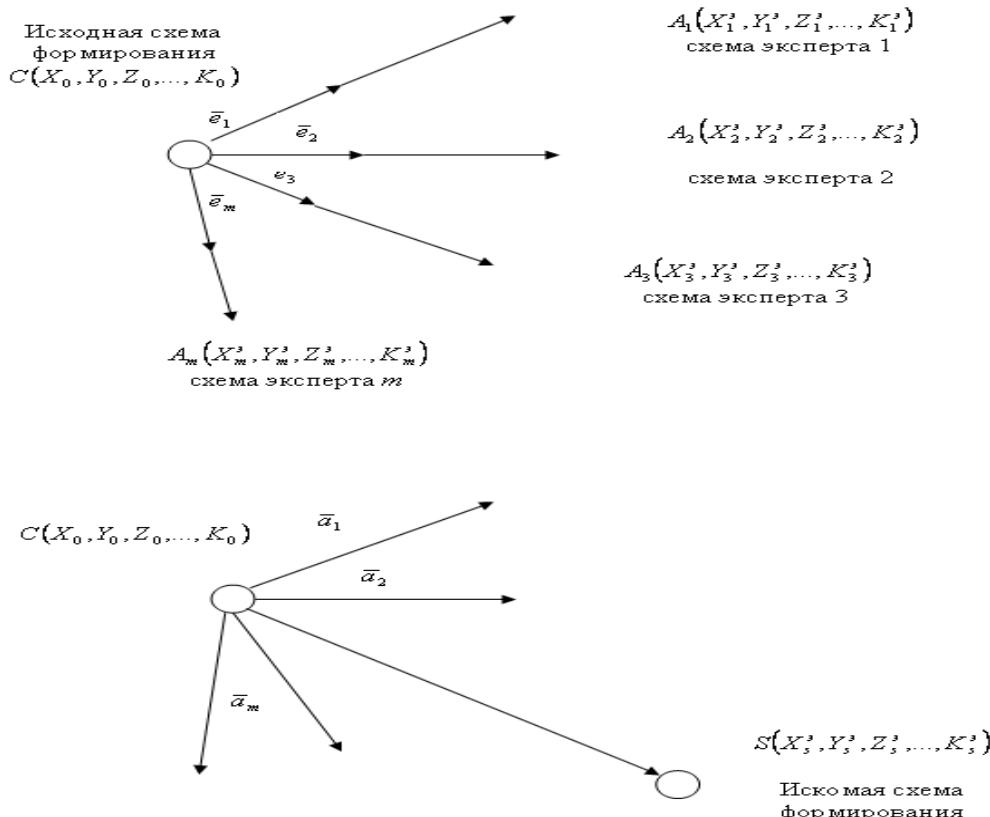
Все множество плохо формализуемых проблем условно можно разделить на два класса. К первому классу относятся проблемы, в отношении которых имеется достаточный уровень знаний и опыта, позволяющий успешно решать их, применяя методы математической статистики. Для множества экспертов их суждения группируются вблизи истинного значения. Проблемы первого класса являются наиболее распространенными в практике экспертного оценивания и методы их решения достаточно хорошо изучены. Ко второму классу относятся проблемы, в отношении которых еще не накоплен достаточный информационный потенциал. В связи с этим суждения экспертов могут сильно отличаться друг от друга. Очевидно, что применение методов осреднения результатов групповой оценки при решении проблем второго класса может привести к большим ошибкам. Поэтому обработка результатов опроса экспертов в этом случае должна базироваться на методах, не использующих принципы осреднения. Задача определения спроса на места по типам вагонов вновь назначаемых поездов относится ко второму классу. Практика проведения экспертиз показывает, что для оценки предполагаемого спроса населения на места по типам вагонов целесообразнее проводить опрос экспертов с целью выявления ожидаемой схемы формирования. Следует отметить, что численные значения спроса на перспективу могут быть определены только с известной вероятностью. В целях более полного и объективного отражения спроса населения на места, вновь назначаемого поезда подбор экспертов проводится из районов зарождения и погашения пассажиропотоков и различных групп работников, связанных своей деятельностью с обслуживанием пассажиров. Экспертам предлагается величина ожидаемого пассажиропотока и одна из возможных схем формирования (в качестве исходной схемы) вновь назначаемого поезда. Каждый эксперт оценивает исходную и предлагает свою схему формирования (таблица 1).

**Таблица 1.** Предложения экспертов по схеме формирования вновь назначаемого поезда

Тип вагона Номер эксперта	M	K	P	...	O
Исходная схема формирования	1	6	7	...	3
1	1	10	3	...	4
2	2	9	5	...	1
3	2	8	6	...	2
...	...	...	...	...	...
T	3	7	4	...	3

Как показывает практика, мнения экспертов по схеме формирования любого поезда не совпадают. Для принятия решения необходимо из отдельных мнений экспертов получить такое, которое можно было бы принять за мнение большинства и определить доверительный интервал математического ожидания каждого типа вагонов.

Представим предложенные экспертами схемы формирования составов в виде точек в четырехмерном евклидовом пространстве. Количество мягких вагонов будем откладывать по оси « $X$ », купейных вагонов по оси « $Y$ », плацкартных вагонов по оси « $Z$ » и общих вагонов по оси « $K$ » (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Векторный метод выбора схемы формирования составов пассажирского поезда [материал автора]

Каждую такую схему можно рассматривать как случайный четырехмерный вектор, зависящий от многих факторов, поэтому любую координату этого вектора можно рассматривать как случайную величину, распределенную по закону близкому к нормальному закону. Например, для мягких вагонов она представлена на рисунке 2, для определения мнения большинства по данным точкам определены единичные векторы направлений  $\overline{CA_1}, \overline{CA_2}, \dots, \overline{CA_n}$  следующим образом:

$$\bar{e}_i = \frac{\overline{CA}_i}{\overline{CA}_i} \quad (1)$$

где  $i = 1, \bar{n}$  – количество экспертов;

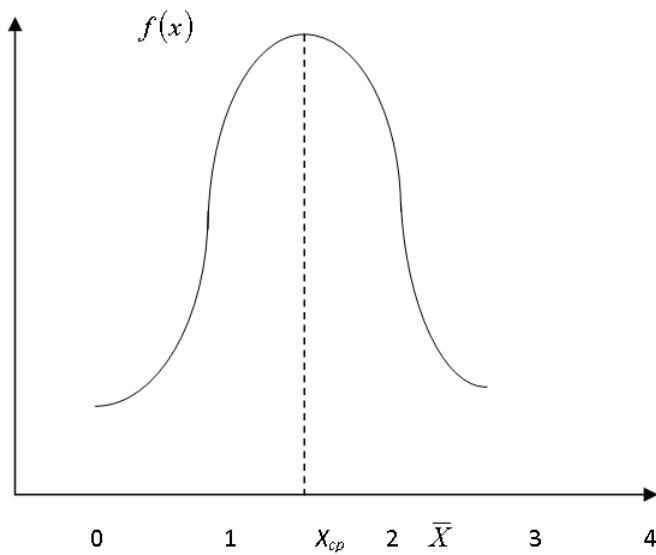
$\overline{CA}_i$  – вектор определяемый точкой  $C$  – представляющей собой исходную схему формирования и  $A_i$  - схемой формирования, предлагаемой  $i$  –ым экспертом.

Далее каждый вектор  $\bar{e}_i$  умножим на соответствующий  $i$ -му эксперту вес  $P_i$ , получим  $\bar{a}_i = \bar{e}_i P_i$ , далее найдем равнодействующую векторов  $\bar{a}_i$ , равную:

$$\bar{C}\bar{S} = \sum_{i=1}^n a_i \quad (2)$$

Точку  $S$  (рисунок 2) определим из равенства:

$$S = C + \bar{C}\bar{S} \quad (3)$$



**Рисунок 2.** График распределения случайной величины  $X$  [материал автора]

Координаты точки  $S(X_S^\vartheta, Y_S^\vartheta, Z_S^\vartheta, \dots, K_S^\vartheta)$  будем считать рациональной схемой формирования для вновь назначаемого поезда. Теперь определим для данной схемы формирования доверительный интервал математического ожидания каждого типа вагонов  $X, Y, Z, \dots, K$ . Для чего, по выборке таблицы 1 находим среднее значение каждой координаты случайного вектора. Например, на рисунке 2  $X_{cp}$  – означает среднее значение мягких вагонов, полученное из первого столбца таблицы выборки предложений экспертов. Разброс  $\sigma_x$ , полученный из выборки можно принять за истинное значение среднего квадратичного отклонения (СКО). Для отыскания математического ожидания для каждого типа вагонов зададимся доверительной вероятностью  $P = 0.999$  и находим радиус соответствующего доверительного интервала. При нормальном распределении такой радиус равен  $3\delta$ . Искомое математическое ожидание для мягкого вагона находится в интервале:

$$X_{cp} - 3\delta_x < \bar{x} < X_{cp} + 3\delta_x \quad (4)$$

Аналогичные неравенства можно записать по каждому типу вагонов:

$$\begin{aligned} Y_{cp} - 3\delta_y &< \bar{y} < Y_{cp} + 3\delta_y \\ Z_{cp} - 3\delta_z &< \bar{z} < Z_{cp} + 3\delta_z \\ K_{cp} - 3\delta_k &< \bar{k} < K_{cp} + 3\delta_k \end{aligned} \quad (5)$$

В ходе исследования были проанализированы данные анкетирования пассажиров тридцати поездов дальнего следования на направлении Алматы – Астана летнего формирования. Опрос выявил, что около 30 % пассажиров предпочли бы путешествовать в более комфортабельных типах вагонов, чем предлагается железной дорогой. Это свидетельствует о несоответствии текущих схем формирования составов поездов реальному спросу пассажиров. Также установлено, что на Западном направлении спрос на купейные вагоны составляет 68 %, а на плацкартные – 31 %, в то время как на Восточном направлении 35 % пассажиров выбирают купейные вагоны и 65 % – плацкартные. Важно отметить, что не было зафиксировано ни одного желания совершить поездку в общем вагоне.

Для построения рациональной схемы формирования состава поездов дальнего следования применялся метод экспертных оценок. В опросе участвовали компетентные специалисты железнодорожного транспорта: кассиры по продаже билетов, операторы системы предварительных заказов, проводники, работники по распределению и использованию мест в поездах, сотрудники дорожных бюро. Экспертам предлагалось оценить предложенную исходную схему формирования состава по типам вагонов и предложить свою, более рациональную, схему (см. таблицу 1).

В таблице 1 представлены мнения экспертов по количеству мягких, купейных, плацкартных и общих вагонов. Например, по исходной схеме предусмотрено 6 мягких, 7 купейных и 3 общих вагона. Эксперты же предлагали варианты с увеличением числа купейных вагонов (например, эксперт №1 предложил 10 купейных), снижением числа общих вагонов, увеличением или уменьшением числа мягких вагонов.

Анализ этих данных выполнен на основе построения многомерной выборки, где каждая схема эксперта рассматривалась как случайный вектор в четырехмерном евклидовом пространстве (координаты – количество вагонов каждого типа). Это позволило интерпретировать данные как многомерные случайные величины с распределением, близким к нормальному. Для каждого типа вагонов были рассчитаны математические ожидания (средние значения), которые определяют предпочтительный вариант формирования состава. Например, для мягких вагонов среднее значение было вычислено как среднее арифметическое предложений экспертов, а разброс данных (СКО) позволил определить доверительный интервал.

График распределения мнений экспертов по числу мягких вагонов представлен на рисунке 2. Здесь виден диапазон значений, предлагаемых экспертами, и среднее значение, определяющее рациональное количество вагонов данного типа. Аналогичные расчёты были проведены для купейных, плацкартных и общих вагонов. Для каждого типа вагонов были определены доверительные интервалы математического ожидания с заданной вероятностью, что позволяет учитывать возможные вариации в потребностях пассажиров и неопределенности экспертных оценок.

Таким образом, проведённые исследования позволили:

- выявить значительное расхождение между существующими схемами формирования поездов и фактическими предпочтениями пассажиров;
- определить рациональные схемы формирования составов поездов дальнего следования на основе экспертных оценок и статистического анализа;
- рассчитать доверительные интервалы для каждого типа вагонов, что обеспечивает надёжность предложенной схемы формирования;
- обосновать необходимость повышения уровня комфортабельности и качества обслуживания в дальнем следовании для удовлетворения реального спроса пассажиров и усиления конкурентоспособности железнодорожного транспорта.

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего совершенствования организации пассажирских перевозок, разработки новых маршрутов и оптимизации составов поездов дальнего следования.

## Обсуждение

Результаты исследования подтверждают, что структура формирования составов пассажирских поездов в настоящее время не в полной мере соответствует реальным предпочтениям пассажиров. Опросы показали, что значительная доля пассажиров стремится к более комфортным условиям проезда, чем предлагает железная дорога. На определённых направлениях отмечено явное доминирование спроса на купейные и мягкие вагоны, что свидетельствует о необходимости переосмысления существующих схем формирования составов. Полное отсутствие спроса на общие вагоны в дальнем следовании также подчеркивает изменение потребительских предпочтений на рынке пассажирских перевозок.

Применение метода экспертных оценок для прогнозирования спроса на места по типам вагонов является обоснованным решением в условиях ограниченности статистической информации и необходимости учёта различных факторов, не поддающихся строгой математической формализации. Выборка экспертных данных позволила выявить рациональную схему формирования составов, учитывающую как профессиональный опыт специалистов железнодорожного транспорта, так и реальное распределение пассажиропотока. Построение многомерной модели и определение доверительных интервалов математических ожиданий для каждого типа вагонов обеспечили надёжность и обоснованность полученных рекомендаций.

Следует отметить, что реализация предложенной схемы формирования поездов может привести к ряду положительных изменений: повышению уровня комфорта и удовлетворённости пассажиров, увеличению конкурентоспособности железнодорожного транспорта на фоне конкуренции с автомобильным и авиационным транспортом, росту лояльности пассажиров и увеличению доходов железных дорог. Это особенно важно в условиях усиливающейся глобализации и растущих требований к качеству транспортных услуг.

Вместе с тем, реализация новых схем формирования поездов потребует системного подхода:

- совершенствования системы мониторинга пассажиропотока и анализа предпочтений пассажиров;
- внедрения современных информационных систем и технологий для автоматизированного прогнозирования спроса;
- повышения гибкости расписания и адаптивности систем продажи билетов;
- комплексной модернизации подвижного состава и инфраструктуры для обеспечения соответствия уровню комфорта и сервиса.

Таким образом, результаты исследования подчеркивают необходимость динамичного развития пассажирских перевозок дальнего следования в Республике Казахстан и интеграции современных методов моделирования спроса, включая использование экспертных оценок и элементов нечеткой логики. В долгосрочной перспективе это позволит повысить эффективность транспортной системы и обеспечить устойчивое развитие железнодорожной отрасли в условиях глобальной конкуренции.

## Выводы

Проведённое исследование показало, что структура формирования составов пассажирских поездов дальнего следования в текущем виде не в полной мере удовлетворяет предпочтения пассажиров. Выявлено значительное расхождение между предложением железнодорожного транспорта и реальным спросом на более комфортабельные типы вагонов.

Опросы пассажиров на направлении Алматы – Астана подтвердили высокий уровень спроса на купейные и мягкие вагоны, особенно на Западном направлении, где спрос на купейные места достигал 68 %. Полное отсутствие спроса на общие вагоны свидетельствует о необходимости пересмотра структуры формирования составов.

Применение метода экспертных оценок позволило разработать рациональную схему формирования составов для вновь назначаемых поездов, учитывающую мнение компетентных специалистов железнодорожной отрасли. Математическая обработка экспертных данных с использованием многомерной выборки и построением доверительных интервалов для каждого типа вагонов обеспечила высокую достоверность результатов.

Реализация предложенной схемы формирования составов способствует повышению уровня комфорта и качества обслуживания пассажиров, увеличению конкурентоспособности железнодорожного транспорта и росту лояльности клиентов.

Внедрение предложенных подходов потребует совершенствования системы мониторинга пассажиропотока и анализа спроса пассажиров, внедрения современных информационных технологий и систем прогнозирования, модернизации подвижного состава и инфраструктуры железнодорожного транспорта, комплексного взаимодействия всех участников транспортного процесса для повышения гибкости расписаний и качества сервиса.

В долгосрочной перспективе реализация данных мер позволит обеспечить устойчивое развитие пассажирских перевозок в Республике Казахстан и повысить её конкурентоспособность на международном транспортном рынке.

**Конфликт интересов.** Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

**Ссылка на данную статью:** Сарбаев С.Ш. Определение методики спроса пассажиров по типам пассажирских вагонов // Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2024;2(6):96-106. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-10>

**Cite this article as:** Sarbaev S.Sh. Opredelenie metodiki sprosa passazhirov po tipam passazhirskikh vagonov [Determination of the methodology of passenger demand by types of passenger cars]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2024;2(6): 96-106 (In Russ.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.2-2024-10>

## Литература

- [1] Киселев А.Н. Выбор рациональных схем формирования составов пассажирских поездов. М.: МИИТ. 2018, 186.
- [2] Пазойский Б.О., Рябуха Л.С., Шубко В.Г. Организация пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт. 2016, 240.

## References

- [1] Kiselev A.N. Vybor ratsional'nykh skhem formirovaniya sostavov passazhirskikh poездов [Selection of rational schemes for formation of passenger train consists]. Moscow: MIIT; 2018, 186. (in Russ.).
- [2] Pazoyskiy B.O., Ryabukha L.S., Shubko V.G. Organizatsiya passazhirskikh perevozok na zheleznodorozhnom transporte [Organization of passenger transportation on railway transport]. Moscow: Transport; 2016, 240. (in Russ.).