

Научная статья
УДК 625.7:303.62
doi: 10.46684/2687-1033.2023.3.322-331

Исследование целевой структуры транспортной подвижности населения на примере г. Иркутска

А.Б. Бутузова^{1✉}, В.И. Долгих²

^{1,2} Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ); г. Иркутск, Россия

¹ alexa.kupriyanova@gmail.com✉

² victoria.dolgikh@tl-istu.com

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты анкетного обследования населения на примере г. Иркутска. Изучена целевая структура передвижения. Передвижения осуществляются в конкретной последовательности с учетом целей передвижений, суточного времени, места расположения объектов для посещения.

Общая и транспортная подвижность населения конкретного города должна определяться по материалам специальных опросных (анкетных) обследований.

Обследования проводятся с целью получения данных о величине, направленности и характере передвижений и поездок населения в городском пространстве, которые служат для анализа современного состояния, установления закономерностей и их использования для прогнозирования нагрузки и формирования транспортных систем.

В рамках исследования для изучения целевой структуры транспортной подвижности населения выполнено анкетное обследование среди жителей г. Иркутска, а также близлежащих городов Шелехов и Ангарск. Анкета представлена в двух видах: печатном (более сжатый вариант опросника) и онлайн-анкета.

Обработка печатных вариантов анкет осуществлялась путем внесения данных в специальную электронную форму с последующей конвертацией в табличный формат MS Excel.

Из анализа взаимосвязи целевой структуры и количества передвижений следует, что с увеличением количества передвижений разнообразность целей возрастает. Этот вывод можно обосновать тем, что у людей возникает большое количество целей и при наличии свободного времени каждый пытается их реализовать, посещая различные места.

При любом количестве передвижений более ценными являются поездки на работу и домой, а по культурно-бытовым целям самые распространенные — покупки и отдых.

В исследовании была выдвинута гипотеза: различаются ли цели при разном количестве передвижений. В результате сравнения зависимых выборок — целевой структуры и числа передвижений можно прийти к выводу: при трех и четырех передвижениях статистически значимых различий в целевой структуре не наблюдается.

Ключевые слова: транспортная подвижность; транспортное планирование; передвижения; поездки; изучение транспортной подвижности; анкетирование; транспортный спрос; транспортная инфраструктура

Для цитирования: Бутузова А.Б., Долгих В.И. Исследование целевой структуры транспортной подвижности населения на примере г. Иркутска // Техник транспорта: образование и практика. 2023. Т. 4. Вып. 3. С. 322–331. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.3.322-331>.

Original article

Study of the target structure of transport mobility of the population on the example of Irkutsk

Aleksandra B. Butuzova^{1✉}, Viktoriya I. Dolgikh²

^{1,2} Irkutsk National Research Technical University (INRTU); Irkutsk, Russian Federation

¹ alexa.kupriyanova@gmail.com✉

² victoria.dolgikh@tl-istu.com

© А.Б. Бутузова, В.И. Долгих, 2023

ABSTRACT

The article presents the results of a questionnaire survey of the population on the example of the city of Irkutsk. The article is devoted to the study of the target structure of movement. Movements are carried out in a specific sequence, taking into account the purposes of movement, daily time, and the location of the purposes for visiting.

The general and transport mobility of the population of a particular city should be determined on the basis of special survey (questionnaire) surveys.

Surveys are conducted to obtain data on the magnitude, direction and nature of the movements and trips of the population in the urban space, which serve to analyze the current state, establish patterns and use them to predict the load and form transport systems.

Within the framework of the study, in order to study the target structure of the transport mobility of the population, a questionnaire survey was conducted among residents of the city of Irkutsk, as well as the nearby cities of Shelekhov and Angarsk

The questionnaire is presented in two forms: a printed, more concise version of the questionnaire, and an online questionnaire

Processing of printed versions of the questionnaires was carried out by entering data into a special electronic form, followed by conversion into MS Excel tabular format.

When analyzing the relationship between the target structure and the number of movements, it follows that with an increase in the number of movements, the diversity of goals increases. This conclusion can be substantiated by the fact that people have a large number of goals and in the presence of free time, each of them tries to realize them, thereby visiting different places.

With any number of movements, trips to work and home are more valuable, and for cultural and domestic purposes, "shopping" and "rest" are the most common.

In this study, a hypothesis was put forward: do goals differ with different numbers of movements. As a result of comparing dependent samples — the target structure and the number of movements, we can conclude that with 3 and 4 movements there are no statistically significant differences in the target structure.

Keywords: transport mobility; transport planning; movements; trips; study of transport mobility; questioning; transport demand; transport infrastructure

For citation: Butuzova A.B., Dolgikh V.I. Study of the target structure of transport mobility of the population on the example of Irkutsk. *Transport technician: education and practice*. 2023;4(3):322-331. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.3.322-331>.

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие крупных городов России приводит к тому, что возрастают плотность населения, количество транспортных средств, протяженность и плотность дорог улично-дорожной сети (УДС). Актуальным становится изучение транспортного поведения населения для понимания природы этого явления, установления закономерностей и самое главное — формирования подходов (методов, методик) управления транспортным поведением с целью достижения оптимальной работы транспортной системы (ТС) для экономии ресурсов и удовлетворения транспортного спроса с высоким качеством предоставления транспортных услуг. Современное развитие ТС, культурного уровня населения, увеличение доступных территорий приводит к увеличению подвижности населения [1].

Городской пассажирский общественный транспорт является важнейшим элементом ТС, который обеспечивает ежедневную транспортную подвижность двух третей населения России. Для развития и полноценного существования городского

пассажирского общественного транспорта можно выделить основные пути решения. В первую очередь нужно постоянно проводить обследование пассажиропотоков на всех существующих маршрутах города [2]. Одним из путей решения этой задачи служит анкетное обследование. Также с помощью анкетирования можно получить данные о передвижениях населения, их количестве и целях.

Транспортная подвижность — характеристика подвижности населения, одного из социальных показателей, связанных с развитием экономики и уровнем жизни в стране. Она рассчитывается как среднее число поездок на транспорте, приходящееся в год на одного жителя. Принято различать сетевую и маршрутную транспортную подвижность. Сетевая рассчитывается через число полных поездок от пункта отправления до пункта назначения независимо от числа пересадок и видов транспорта. Маршрутная транспортная подвижность определяется через число поездок в транспортном средстве одного маршрута, при этом поездка с одной пересадкой будет учтена как две поездки. Сетевую транспортную подвижность рассчитать

довольно сложно, поэтому обычно в статистических данных указана маршрутная транспортная подвижность, вычисленная на основании проданных билетов [3].

Также транспортная подвижность — характеристика мобильности населения, представляющая собой среднее количество поездок на транспорте, приходящееся в год на одного жителя.

Транспортная подвижность зависит от площади территории страны, расположения объектов работы и отдыха, особенностей развития и ведения бизнеса, характера, численности, культурного уровня и благосостояния населения, конфигурации ТС, качества работы общественного транспорта.

ТС — величина объясняемая и зависит от различных объясняющих переменных, таких как градостроительные факторы, численность населения, социально-экономические параметры, планировка и развитость транспортных систем. Рост данной величины может быть связан с улучшением работы общественного транспорта, ростом благосостояния и культурного уровня населения, увеличением численности населения, ростом территории города, концентрацией мест труда и отдыха [4].

Устойчивое развитие наиболее актуально для городов, являющихся концентраторами различных проблем. Одна из острейших для городов проблем — транспортная, обеспечение высокой мобильности населения. Безудержная автомобилизация усугубляет транспортную ситуацию и снижает качество жизни горожан (увеличивается время, затрачиваемое на передвижения) [5].

Процесс прогнозирования транспортной подвижности населения с учетом долевого освоения объемов перевозок конкурентными видами транспорта включает поэтапное решение следующих задач:

- построение модели транспортной подвижности населения с учетом конкурентных видов транспорта;
- верификация (оценка точности моделирования) и обоснование области применения моделей [6].

Цель изучения транспортной подвижности населения — получить сведения о направлениях, причинах, средствах и частоте передвижения жителей конкретной локации за единицу времени. Главной категорией измерений выступает корреспонденция (перемещение), анализ характеристик которой осуществляется за определенный временной период (обычно год). Виды исследования транспортной подвижности делятся на национальные, региональные и городские. Подходы к изучению различают: упрощенный и углубленный; управленческий и академический. Самые популярные форматы исследования — наблюдение, опрос и комбинированный формат. Основной инструмент

накопления социологической информации — опросник (анкета) [7]. Первое национальное исследование транспортной подвижности населения Nationwide Personal Transportation Survey было проведено в США в 1969 г. В наши дни оно регулярно выполняется во многих странах Европы и направлено на согласование национальной статистики, оптимизацию системы пассажирских перевозок и обеспечение мер по снижению вредных выбросов.

Методология исследований в целом имеет два ключевых подхода — осуществление «поперечного среза» (вся исследуемая совокупность в один момент времени) и сбор «продольных данных» (исследование определенной группы людей через регулярные промежутки времени в течение длительного периода).

Самая распространенная причина проведения исследования — сбор общих данных [8].

Концептуальный аппарат транспортных исследований начал формироваться вокруг конкретной управленческой задачи — осуществления перевозочной деятельности с минимальными издержками. Если первые системы общественного транспорта появляются в начале XX в. и для их управления достаточно данных пассажирской статистики, то с массовым распространением автомобиля и автодорожной инфраструктуры приходится обращаться к инструментарию социологических исследований. Однако принципиальный подход остается прежним — для администрирования оказывается достаточно установления внешних параметров перемещения, к примеру, дальности поездок, времени в пути, видов транспорта, целевого распределения.

При этом некоторые исследователи отмечают несколько характерных периодов в истории изучения феномена человеческих перемещений. Канадский транспортный специалист Тодд Литман выделяет три периода: трафик, мобильность, доступность. Англичане Глен Лайонс и Джон Урри также определяют три стадии: «Первый этап характеризуется инфраструктурным развитием — строительством и проектированием автомобильных дорог. Второй заключается в управлении последствиями первого — это координация и организация дорожного движения на транспортной сети. Третий период — это управление спросом или изучение нашего образа жизни, а также определение того, каким наилучшим образом транспорт может быть использован для удовлетворения потребностей» [9].

Исследователи стараются собрать максимально полную информацию о транспортных потоках. Для этого можно фиксировать внешние характеристики — цели поездок, использование транспортных средств, преодолеваемое расстояние и затрачиваемое время, т.е. собирать транспортную статистику и выявлять усредненные показатели. При таком

подходе принято считать, что человек стабильно повторяет одни и те же поездки и выбирает оптимальный вариант между временными и денежными затратами на поездку.

При упрощенном подходе применяются статистические и количественные методы сбора социологической информации. Для углубленного изучения подвижности населения необходимо обращаться к количественному и качественному инструментарию социологических исследований [10].

Характер подвижности населения в современном городе усложнился. Существует множество альтернативных способов передвижения по городу и их сочетаний. Городскую мобильность можно рассматривать как услугу, которую город предоставляет населению, и как совокупность процессов управления перемещением населения, груза и информации внутри логистической системы города в соответствии с потребностями и целями его развития [11].

Увеличение подвижности городского населения порождает ряд проблем, связанных с движением транспорта в городах. Существенное увеличение объемов движения транспорта требует принятия обоснованных решений по развитию УДС и организации дорожного движения на базе достоверной информации о параметрах транспортных потоков.

В настоящее время применяются различные научные методы. В большинстве регионов в программах развития ТС и безопасности дорожного движения мероприятия, касающиеся выполнения научно-исследовательских работ, слабо представлены в общем содержании. Проведение точных измерений в таких системах чрезвычайно затруднено. Все это ставит актуальную задачу разработки научно обоснованных методик формирования сценариев, мероприятий и индикаторов, составляющих основную содержательную часть любой транспортной стратегии региона [12, 13].

Одним из наиболее важных показателей эффективности создаваемой маршрутной сети является показатель транспортной доступности, который прежде всего рассматривается как норматив времени на перемещение из одной точки территории в другую. Данный показатель также заложен в оценку транспортной дискриминации населения, которая отражает степень удовлетворенности населения транспортными услугами [14, 15]. Определение затрат времени на передвижение — один из шагов для установления транспортной доступности.

Передвижения — это процесс перемещения населения от места отправления до места назначения. Классифицироваться передвижения могут по-разному: простые или сложные, пешком или на транспорте. После этого составляются цепочки из передвижений.

Цели передвижений бывают следующие:

- трудовые (работа – дом, дом – работа);
- учебные (учеба – дом, дом – учеба);
- культурно-бытовые (покупки, отдых, спорт и др.);
- деловые (цели, которые работающие совершают в рабочее время).

Передвижения осуществляются в конкретной последовательности с учетом целей передвижений, суточного времени, места расположения целей для посещения.

Понятие «передвижение» и «подвижность» имеют разные определения. Структура передвижений вытекает из подвижности.

Подвижностью населения принято называть характеристику подвижности людей, которая представляет собой число передвижений одного человека пешком и на транспортном средстве за определенный промежуток времени (час, день, месяц, год и т.п.) [16].

В отечественной литературе в качестве факторов, формирующих транспортную подвижность, отмечаются:

- социально-экономические — экономическая доступность транспортных услуг и доходы различных групп населения;
- территориальные — производственно-хозяйственное и культурно-бытовое значение города, природные условия, численность и плотность населения;
- расселение жителей относительно объектов тяготения;
- транспортные — плотность и доступность маршрутной сети, частота движения подвижного состава, виды транспорта, затраты времени населения на передвижения, качество обслуживания транспортного обслуживания;
- природно-климатические.

В работах зарубежных авторов чаще всего упоминаются следующие факторы формирования транспортного поведения:

- размер семьи/домохозяйства;
- доходы семьи/домохозяйства;
- соотношение стоимости жилья и транспортных расходов к доходам семьи/домохозяйства;
- наличие или отсутствие в семье/домохозяйстве индивидуального транспорта;
- структура семьи, образование, пол, возраст, семейный статус, наличие детей и т.д. [17].

В другой работе автор предлагает использовать факторный анализ, посвященный процессам транспортной подвижности населения страны. В качестве результативных показателей использовались пять индикаторов. К их числу относятся: транспортная подвижность населения по числу поездок на одного жителя в год на железных дорогах и в перевозках автобусами общего пользования, транс-

портная подвижность населения по пассажирообороту на одного жителя в год на железнодорожном транспорте, количество пассажиров железнодорожного транспорта и объем транспортных услуг на душу населения в год.

Далее были отобраны факторные показатели, которые предположительно могут влиять на транспортную подвижность населения страны. Эти показатели разбиты на две подгруппы. Первая включает показатели, связанные с развитием транспортного комплекса страны. Вторая подгруппа факторных показателей охватывает основные макроэкономические показатели.

Первая подгруппа показателей состоит из девяти индикаторов. Это число предприятий транспорта и связи на 1 млн жителей, количество легковых автомобилей на 1 тыс. чел., плотность железнодорожных путей и автомобильных дорог с твердым покрытием, наличие автобусов на 100 тыс. жителей. Кроме того, были включены показатели, характеризующие качество автомобильных дорог и среднюю дальность перевозок на автомобильном транспорте.

Вторая подгруппа состоит из множества макроэкономических показателей, являющихся внешними факторами по отношению к работе пассажирского транспорта. В этой подгруппе 205 макроэкономических показателей, характеризующих многогранность социально-экономических процессов [18–21].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках исследования для изучения целевой структуры транспортной подвижности населения проведено анкетное обследование среди жителей г. Иркутска, а также близлежащих городов Шелехов и Ангарск.

Анкета содержит блоки: пол, возраст, социальное положение, образование, затраты на транспорт, предпочитаемый транспорт, остановочные пункты, время движения и цели поездки. Цели передвижения — это места посещения, благодаря которым население может удовлетворить свои потребности. Подвижность будет выше, если будет больше целей.

В данной работе рассматриваются следующие цели передвижения: работа, учеба, служебные, покупки, отдых, спорт, гости, бизнес, дом и др.

Анкета представлена в двух видах: печатном — более сжатый вариант опросника и онлайн-анкета, содержащая более расширенный список вопросов, касающихся также среднемесячных доходов и расходов респондентов. Есть блок вопросов, посвященный удовлетворенности респондентов работой системы общественного транспорта, блок

для изучения транспортной подвижности владельцев индивидуального транспорта, а также анализа качества пешеходной и велосипедной инфраструктуры. На промежуточном этапе было обработано порядка 1000 анкет.

Обработка печатных вариантов анкет проводилась путем внесения данных в специальную электронную форму с последующей конвертацией в табличный формат MS Excel. Версия онлайн-анкеты автоматически переводила полученные сведения в табличный формат.

Поскольку настоящая статья посвящена именно целевой структуре транспортной подвижности населения, в ней будут представлены результаты по этому направлению.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассмотрим суммарные затраты времени в течение суток в зависимости от целей передвижений, влияния возраста и количества передвижений на целевую структуру передвижений. Общее количество респондентов, совершающих передвижения к месту работы и обратно, составило 65 % общего числа анкет (77 % общего числа работающих). Количество опрошенных с разными затратами времени на передвижение «дом – работа» и «работа – дом» представлено на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что при совершении поездок на работу и домой более 20 % респондентов тратят в среднем 1,5 ч.

По результатам обработки данных анкетного обследования установлены статистические характеристики суточных затрат времени респондентов, совершающих передвижения только на рабо-

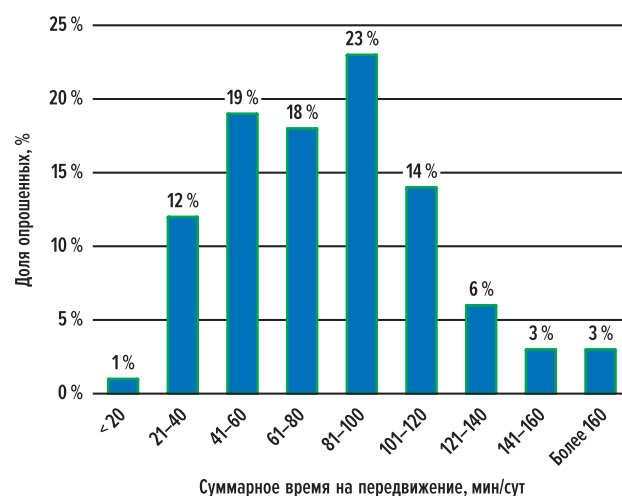


Рис. 1. Суммарные суточные затраты времени респондентов, совершающих передвижения «дом – работа» и «работа – дом»

Таблица 1

Статистика распределения затрат времени респондентов, совершающих передвижения «работа – дом» и «дом – работа»

| Статистика распределения, мин/сут | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|-------|-------------------|---------|----------|---------------|---------------|------------------------|
| Среднее | Медиана | Мода | Частота моды, ед. | Минимум | Максимум | Квантиль 25 % | Квантиль 75 % | Стандартное отклонение |
| 83,32 | 80,00 | 90,00 | 86 | 10,00 | 241,00 | 58,00 | 105,00 | 36,15 |

ту и обратно. Средние затраты времени за сутки составили 83 мин, при этом наиболее часто встречающиеся затраты времени на передвижения к месту работы и обратно составляют 90 мин.

Можно сделать вывод, что большинство респондентов совершают передвижения «работа – дом» – «дом – работа» в течение 90 мин.

При обработке информации устанавливалась следующая статистика (табл. 1):

- минимальное, среднее и максимальное значение выборки;
- медиана распределения (делит распределение на совокупности 50 %);
- мода распределения — наиболее часто встречающееся значение в выборке;
- квантили распределения 25 и 75 % для разделения выборки на четыре группы равной численностью;
- стандартное отклонение, характеризующее разброс значений выборки.

Высокое стандартное отклонение говорит о том, что значения распределены в широком диапазоне (т.е. от 47 до 119 мин). При вероятностях распределения 25 и 75 % время на передвижение составляет соответственно 58 и 105 мин.

Выявлены эмпирические плотность распределения и функция распределения суточных затрат времени. На основе квантилей распределения предлагается оценочная шкала доступности мест приложения труда:

- высокая доступность ≤ 58 мин;
- умеренная доступность ≤ 80 мин;
- низкая доступность ≤ 105 мин;
- очень низкая доступность > 105 мин.

Таким образом, на основании плотности распределения можно сделать вывод, что респонденты тратят в среднем менее 100 мин на передвижения «работа – дом» и «дом – работа».

При передвижении «работа – дом» и «дом – работа» 25 % респондентов имеют затраты времени более 50 мин. Средние затраты времени составили 83 мин, что выше средних суммарных затрат на передвижения по учебе и культурно-бытовым целям.

При этом можно отметить низкую доступность мест приложения труда.

Сравниваем полученные значение t -критерия Стьюдента с табличным значением $t(f)$: p , которое

при числе степеней свободы f , равно $10 - 1 = 9$ и уровне значимости $p = 0,05$, составляет 2,262.

При 3 и 4, 3 и 6, 4 и 6 передвижениях полученные значения ниже критического $t_{9;0,05}$ (т.е. табличного), это значит, что различия сравниваемых величин статистически незначимы.

По результатам обработки статистических данных о подвижности населения (табл. 2) можно сделать выводы:

- отсутствуют статистически значимые различия в целевой структуре передвижений в группах респондентов, совершающих 3 и 4 передвижения за сутки;
- статистически значимые различия в целевой структуре передвижений наблюдаются между группами респондентов, совершающих 4 и более передвижений в сутки.

На следующих этапах исследования структуры подвижности необходимо установить социальные и возрастные группы, отличающиеся величиной суточной подвижности, а также структурой суточной подвижности.

Рассматривая зависимость целей от возраста (табл. 3), можно сказать, что большинство респондентов от 15 и выше лет передвигаются на работу и домой. Помимо работы, чаще всего респонденты посещают следующие цели: учеба, служебные, покупки и отдых.

Из табл. 3 можно сделать вывод о том, что наиболее полный спектр передвижений у респондентов

Таблица 2

Результаты сравнения выборок

| Количество перемещений | Коэффициент Стьюдента, t | Табличное значение $t_{9;0,05}$ | Вывод о статистически значимом различии выборок |
|------------------------|----------------------------|---------------------------------|---|
| 3 и 4 | 2,14 | 2,262 | — |
| 3 и 5 | 3,51 | | Различаются |
| 3 и 6 | 2,05 | | — |
| 4 и 5 | 3,23 | | Различаются |
| 4 и 6 | 2,07 | 2,262 | — |
| 5 и 6 | 2,71 | | Различаются |

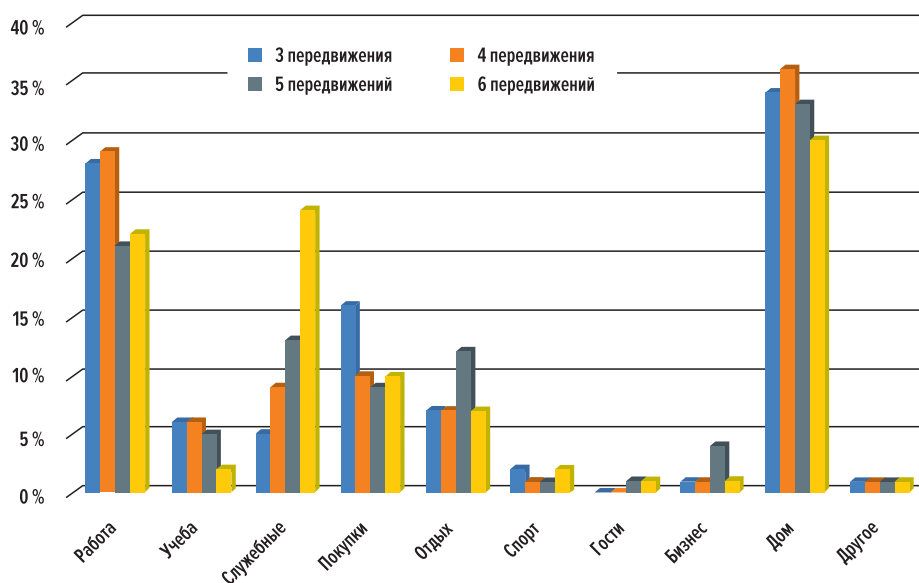


Рис. 2. Зависимость целей от количества передвижений

тов в возрасте от 25 до 34 лет. Наименьшее количество целей у возрастной группы до 14 лет.

На рис. 2 представлена зависимость целей от количества передвижений. Чем больше количество передвижений, тем больше и целей передвижений. В данном контексте не рассматривались 1 и 2 передвижения, так как 1 передвижение выпадает из выборки, потому что минимальное число передвижений равно 2, например, передвижения «дом – работа» и «работа – дом». Результаты изучения целей при 6 передвижениях показали, что по большей части респонденты совершают передвижения на работу, службу, за покупками, на отдых и домой. Незначительная часть респондентов предпочитают поездки в спортивные учреждения, бизнес и др.

При любом количестве передвижений совершаются чаще всего поездки на работу, за покупками. Также значительное разнообразие целей присутствует при 5 и 6 передвижениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основании анализа обработанных данных можно заметить закономерность — при увеличении количества передвижений средние суточные затраты времени возрастают. Этот факт объясняется низкой транспортной доступностью. Большинство респондентов передвигается на общественном транспорте и можно предположить, что места приложения труда, учебы или культурно-бытовых целей располагаются в разных точках города, поэтому появляется необходимость пересадок на другой вид транспорта.

Рассматривая влияние возраста на целевую структуру передвижений, можно с уверенностью сказать, что максимальное разнообразие целей наблюдается у респондентов в возрасте от 25 до 34 лет. У этой возрастной группы уже присутствует постоянный доход от трудовой деятельности, поэтому появляется возможность посещать культурно-бытовые цели (спорт, танцы, учреждения культуры, поездки на отдых, неформальные встречи и т.д.).

При анализе взаимосвязи целевой структуры и количества передвижений следует, что с увеличением количества передвижений разнообразность целей возрастает. Данный вывод можно обосновать тем, что у людей возникает большое коли-

Таблица 3

Анализ структуры передвижений возрастных групп

| Возрастная группа | Количество целей | Отсутствующие цели |
|-------------------|------------------|---|
| 7–14 | 3 | Работа, служебные, покупки, отдых, спорт, гости, бизнес |
| 15–18 | 8 | Гости, другое |
| 19–24 | 8 | Гости, другое |
| 25–34 | 10 | — |
| 35–44 | 9 | Гости |
| 45–54 | 7 | Спорт, бизнес, другое |
| 55–59 | 6 | Учеба, гости, бизнес, другое |
| 60 и выше | 5 | Учеба, спорт, гости, бизнес, другое |

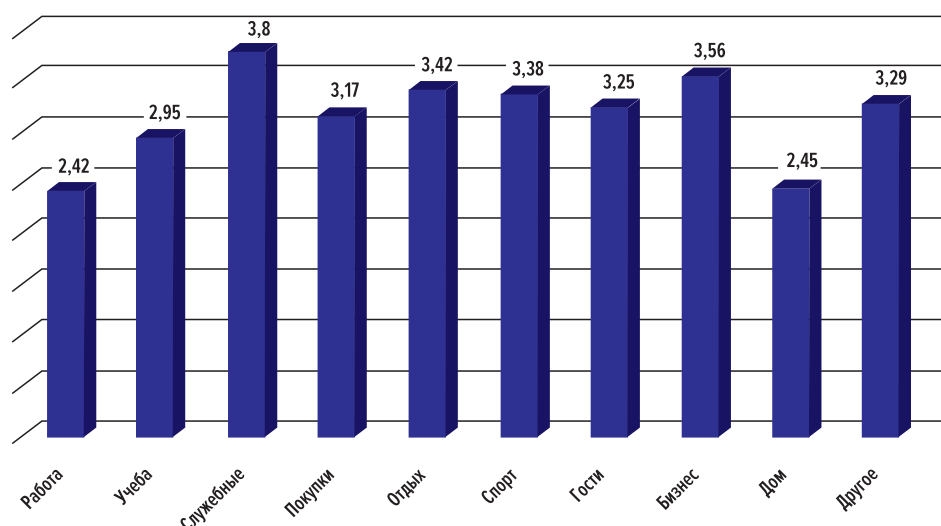


Рис. 3. Транспортная подвижность в зависимости от цели передвижения

чество целей и при наличии свободного времени каждый пытается их реализовать, тем самым посещая различные места.

При любом количестве передвижений более ценными являются поездки на работу и домой, а по культурно-бытовым целям самые распространенные — покупки и отдых.

В результате сравнения (рис. 3) зависимых выборок — целевой структуры и числа передвижений можно прийти к выводу: при трех и четырех передвижениях статистически значимых различий в целевой структуре не наблюдается. Если совершается четыре и более передвижений за сутки, то цели поездок статистически различны.

При обработке анкет выявлено, что наибольшая часть респондентов совершает передвижения по таким целям, как работа и дом. Как видно из рис. 3, по этим целям значение подвижности наименьшее. Можно предположить, что у респондентов

отсутствует свободное время для посещения других целей. По другим целям подвижность составила три и более передвижений за сутки, это означает, что респонденты, помимо работы или учебы, совершают передвижения по культурно-бытовым целям.

В исследовании была выдвинута гипотеза: различаются ли цели при разном количестве передвижений. В результате сравнения зависимых выборок — целевой структуры и числа передвижений, можно прийти к выводу: при трех и четырех передвижениях статистически значимых различий в целевой структуре не наблюдается. Если совершается четыре и более передвижений за сутки, то цели поездок статистически различны (табл. 2). Из этого следует, что цели поездок разнообразны и меняются при увеличении количества передвижения, и гипотеза подтверждается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агуреев И.Е., Ахромешин А.В. Подходы к формализации понятия транспортного поведения населения городских агломераций // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2021. № 2. С. 60–70. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-60. EDN ATBYTR.
2. Андреев К.П. Совершенствование городской маршрутной сети // Надежность и качество сложных систем. 2017. № 3 (19). С. 102–106. DOI: 10.21685/2307-4205-2017-3-15. EDN ZKANGL.
3. Галабурда В.Г., Иванова Е.А., Флягина Т.А. Роль транспортной подвижности населения в повышении качества жизни и развития общества // Транспортное дело России. 2016. № 5. С. 101–104.
4. Глуховченко С.А., Штоцкая А.А., Стенина Н.А. К вопросу о транспортной подвижности // Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». 2017. С. 31004. EDN ZQVVDX.
5. Гришаева Ю.М., Матанцева О.Ю., Спирин И.В., Савосина М.И., Ткачева З.Н. и др. Устойчивое развитие транспорта в городах России: опыт и актуальные задачи // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. № 4. С. 24–46. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-24-46
6. Макарова Е.А., Суржин К.В., Елизаров С.Б., Морозов С.С. Оценка научных результатов по прогнозированию региональ-

ных пассажирских транспортных потоков // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2017. № 1. С. 23–35. EDN ZEIGQZ.

7. Момотова И.А. Методы исследования транспортной подвижности населения // Сборник трудов IX Конгресса молодых ученых. 2021. С. 185–188. EDN RTHTWP.

8. Момотова И.А. Мировой и отечественный опыт исследований транспортной подвижности населения // Global and Regional Research. 2021. Т. 3. № 2. С. 169–173. EDN VFIYNV.

9. Мулеев Е.Ю. Транспортное поведение населения России: краткий отчет о социологическом исследовании. М.: Институт экономики транспорта и транспортной политики НИУ ВШЭ, 2015. 37 с. URL: https://www.hse.ru/data/2015/03/10/1093862032/Транспортное%20поведение%20населения%20РФ_2014.pdf

10. Сакульева Т.Н. К вопросу изучения подвижности населения // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2019: материалы Двенадцатой международной конференции. 2019. С. 707–709. DOI: 10.25728/mlsd.2019.1.0707. EDN KONQMY.

11. Сакульева Т.Н. Транспортный спрос как функция состояния транспортной сети // Управление. 2019. Т. 7. № 3. С. 47–53. DOI: 10.26425/2309-3633-2019-3-47-53

12. Серова Е.Ю. Возможные пути повышения пропускной способности улично-дорожной сети // Инженерный вестник Дона. 2017. № 1 (44). С. 58. EDN ZBBNHN.

13. Темнов Э.С. Применение методик разработки транспортных стратегий (на примере городского пассажирского транспорта) // Вестник СибАДИ. 2018. Т. 15. № 6. С. 886–897. DOI: 10.26518/2071-7296-2018-6-886-897

14. Тесёлкин А.А. Методы планирования и статистического анализа наблюдений для оценки матриц транспортных корреспонденций: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2018. 22 с.

15. Тиньков С.А. Подходы к оценке транспортной доступности точек притяжения в мегаполисе // Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 2. С. 377–394.

16. Трегубов В.Н., Морозов Э.В., Капский Д.В. Исследование транспортной подвижности льготных категорий пассажиров городского общественного транспорта Саратовской области // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XXIII Международной (XXVI Екатеринбургской, I Минской) научно-практической конференции. 2017. С. 197–208. URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/38174>

17. Штоцкая А.А., Михайлов А.Ю. Оценка транспортной подвижности населения на основе дезагрегированных моделей // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 5 (124). С. 199–207. DOI: 10.21285/1814-3520-2017-5-199-207. EDN YPLMWZ.

18. Юкиш В.Ф. Факторный анализ транспортной подвижности населения России // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–2. С. 121–128. EDN VVVIDP.

19. Levashev A., Mikhailov A., Sharov M. Special generators in tasks of transportation demand assessment // Transportation Research Procedia. 2018. Vol. 36. Pp. 434–439 DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.119

20. Nemchinov D., Mikhailov A., Martiahin D., Martiahina N. Assessment of the required street and road network development in urban agglomerations // WIT Transactions on the Built Environment. 2019. DOI: 10.2495/UT190011

21. Sharov M. Reliability as index of formation of sustainable urban passenger transport system, exemplified by cities in Russian Federation // Transportation Research Procedia. 2020. Vol. 50. Pp. 647–653. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.076

REFERENCES

1. Agureev I.E., Akhromeshin A.V. Approaches to formalizing the concept of transport behavior of the population of urban agglomerations. *Intellect. Innovations. Investments*. 2021;2:60-70. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-60. EDN ATBYTR. (In Russ.).

2. Andreev K.P. Improving the urban route network. *Reliability and quality of complex systems*. 2017;3(19):102-106. DOI 10.21685/2307-4205-2017-3-15. EDN ZKAHGL. (In Russ.).

3. Galaburda V.G., Ivanova E.A., Flyagina T.A. The role of transport mobility of the population in improving the quality of life and the development of society. *Transport business of Russia*. 2016;5:101-104. (In Russ.).

4. Glukhovchenko S.A., Shtotskaya A.A., Stenina N.A. On the issue of transport mobility. *Collection of materials of the IX All-Russian scientific and practical conference of young scientists with international participation "Young Russia"*. 2017;31004. EDN ZQVVDX. (In Russ.).

5. Grishaeva Yu.M., Matantseva O.Yu., Spirin I.V., Savosina M.I., Tkacheva Z.N. et al. Sustainable development of transportation in the cities of Russia: experience and priorities. *South of Russia: ecology, development*. 2018;13(4):24-46. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-24-46 (In Russ.).

6. Makarova E.A., Surzhin K.V., Elizarov S.B., Morozov S.S. Assessment of scientific results on the regional passenger traffic flows forecasting. *Bulletin of the Joint Scientific Council of Russian Railways*. 2017;1:23-35. EDN ZEIGQZ

7. Momotova I.A. Methods for studying the transport mobility of the population. *Proceedings of the IX Congress of Young Scientists*. 2021;185-188. EDN RTHTWP. (In Russ.).

8. Momotova I.A. World and domestic experience of transport mobility of the population studies. *Global and Regional Research*. 2021;3(2):169-173. EDN VFIYNV. (In Russ.).

9. Muleev E.Yu. *Transport behavior of the population of Russia: a brief report on a sociological study*. Moscow, Institute of Transport Economics and Transport Policy, National Research University Higher School of Economics, 2015;37. URL: https://www.hse.ru/data/2015/03/10/1093862032/Транспортное%20поведение%20населения%20РФ_2014.pdf (In Russ.).

10. Sakul'eva T.N. On the issue of studying the mobility of the population. *Management of the development of large-scale systems MLSD'2019: materials of the twelfth international conference*. 2019;707-709. DOI: 10.25728/mlsd.2019.1.0707. EDN KONQMY. (In Russ.).

11. Sakulyeva T. Transport demand as a function of the state of a transport network. *UPRAVLENIE / MANAGEMENT*. 2019;7(3):47-53. DOI: 10.26425/2309-3633-2019-3-47-53 (In Russ.).
12. Serova E.Yu. Possible ways of increasing the traffic capacity of the street and road network. *Engineering Bulletin of the Don*. 2017;1(44):58. EDN ZBBNHH. (In Russ.).
13. Temnov E.S. Methodologies' application for the development of transport strategy (urban passenger transport). *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2018;15(6):886-897. DOI: 10.26518/2071-7296-2018-6-886-897 (In Russ.).
14. Teselkin A.A. *Methods of planning and statistical analysis of observations for evaluating the matrices of transport correspondence: Abstract of the thesis. ... candidate of technical sciences*. Novosibirsk, 2018;22. (In Russ.).
15. Tinkov S.A. Approaches to assessing the transport accessibility of points of attraction in a metropolis. *Economics, Entrepreneurship and Law*. 2021;11(2):377-394. (In Russ.).
16. Tregubov V.N., Morozov E.V., Kapsky D.V. Study of the transport mobility of preferential categories of passengers of urban public transport in the Saratov region. *Socio-economic problems of development and functioning of transport systems of cities and zones of their influence: materials of the XXIII International (XXVI Yekaterinburg, I Minsk) scientific and practical conference*. 2017;197-208. URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/38174> (In Russ.).
17. Shtotskaya A.A., Mikhailov A.Yu. Disaggregated model-based assessment of population transport mobility. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2017;215(124):199-207. DOI: 10.21285/1814-3520-2017-5-199-207. EDN YPLMWZ. (In Russ.).
18. Yukish V.F. Factor analysis of the transport mobility of the population of Russia // *Actual Problems of the Humanities and Natural Sciences*. 2016;4-2:121-128. EDN VVVIDP. (In Russ.).
19. Levashev A., Mikhailov A., Sharov M. Special generators in tasks of transportation demand assessment. *Transportation Research Procedia*. 2018;36:434-439 DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.119
20. Nemchinov D., Mikhailov A., Martiahin D., Martiahina N. Assessment of the required street and road network development in urban agglomerations. *WIT Transactions on the Built Environment*. 2019. DOI: 10.2495/UT190011
21. Sharov M. Reliability as index of formation of sustainable urban passenger transport system, exemplified by cities in Russian Federation. *Transportation Research Procedia*. 2020;50:647-653. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.076

Об авторах

Александра Борисовна Бутузова — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта; **Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ)**; 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83; РИНЦ ID: 7757-3440, Scopus: 57212171320, ResearcherID: HDO-3097-2022; alexa.kupriyanova@gmail.com;

Виктория Игоревна Долгих — студентка; **Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ)**; 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83; victoria.dolgikh@tl-istu.com.

Bionotes

Aleksandra B. Butuzova — Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Motor Transport; **Irkutsk National Research Technical University (INRTU)**; 83 Lermontova st., Irkutsk, 664074, Russian Federation; ID RSCI: 7757-3440, Scopus: 57212171320, ResearcherID: HDO-3097-2022; alexa.kupriyanova@gmail.com;

Viktoriya I. Dolgikh — student; **Irkutsk National Research Technical University (INRTU)**; 83 Lermontova st., Irkutsk, 664074, Russian Federation; victoria.dolgikh@tl-istu.com.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Александра Борисовна Бутузова, alexa.kupriyanova@gmail.com.

Corresponding author: Aleksandra B. Butuzova, alexa.kupriyanova@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 24.11.2022; одобрена после рецензирования 12.01.2023; принята к публикации 30.02.2023.

The article was submitted 24.11.2022; approved after reviewing 12.01.2023; accepted for publication 30.02.2023.