

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-3-64-82

УДК 656

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ УРОВНЕМ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ И ДОЛЕЙ ПЕРЕДВИЖЕНИЙ НА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЯХ В ГОРОДАХ

Литвинов А.В., Донченко В.В.

Для планирования и прогнозирования развития транспортных систем городов необходимо понимание взаимосвязей показателей владения и использования автомобилей для различных вариантов проводимой транспортной политики.

***Целью исследования** – определение взаимосвязи между уровнем автомобилизации населения и долей передвижений на легковых автомобилях в городах в рамках инерционного подхода к развитию городских транспортных систем и подхода, основанного на концепции устойчивого развития.*

***Материалы и методы исследования:** для построения зависимостей между уровнем автомобилизации населения и долей передвижений на легковых автомобилях в городах использовались методы регрессионного анализа. Зависимости построены на основе данных, полученных в результате синтеза результатов исследований подвижности населения в ряде городов России, Восточной и Западной Европы за последние пятьдесят лет.*

***Результаты:** при инерционном подходе к развитию городских транспортных систем доля передвижений на легковых автомобилях увеличивается с ростом уровня автомобилизации. Зависимость хорошо описывается логистической функцией. Подход, основанный на концепции устойчивого развития, направлен на снижение доли передвижений на легковых автомобилях. Проведенный анализ показывает, что вместе со снижением доли передвижений на легковых автомобилях снижается уровень ав-*

томобилизации населения, но такое снижение происходит с задержкой. Имеет место явление гистерезиса.

Применение результатов исследования: результаты исследования помогают лучше понимать происходящие изменения в транспортном поведении людей, связанные с автомобилизацией населения и использованием легковых автомобилей для осуществления передвижений в зависимости от проводимой транспортной политики.

Ключевые слова: уровень автомобилизации; транспортный спрос; способ передвижения; использование автомобилей; устойчивое развитие; подвижность населения; гистерезис.

THE RELATIONSHIP BETWEEN CAR OWNERSHIP AND SHARE OF TRIPS ON PASSENGER CARS IN CITIES

Litvinov A.V., Donchenko V.V.

In order to plan and predict the development of urban transport systems, it is necessary to understand the relationships between car ownership and car usage indicators for various options of urban transport policy.

The purpose of the study was to examine the relationship between car ownership and share of trips on passenger cars within the framework of the conventional approach to transport systems development and the approach based on the concept of sustainable development.

Materials and methods. The methods of regression analysis were used to build the dependencies between car ownership and share of trips on passenger cars in cities. The dependencies were built on the basis of synthesis the urban mobility studies results in some cities of Russia, Eastern and Western Europe over the past fifty years.

Results. The share of trips on passenger cars increases with the increase of car ownership. The dependence is well described by the logistic curve. The approach based on the concept of sustainable development is associated with a targeted reduction in the share of trips on

passenger cars. The analysis shows that car ownership decreases with a decrease in the share of trips on passenger cars, but such decrease occurs with a delay. There is a hysteresis phenomenon.

Practical implications. *The results of the study help to better understand the changes in the travel behavior associated with car ownership and using a car, depending on the transport policy being pursued.*

Keywords: *car ownership; modal split; travel demand; travel mode; car usage; sustainable development; mobility; hysteresis.*

Введение

По мере роста благосостояния населения люди активно приобретают в собственность автомобили, представляющие их владельцам высокий уровень мобильности и комфорта при осуществлении передвижений. Владение автомобилем постепенно меняет образ жизни людей, их привычки и поведение.

Рост уровня автомобилизации и использование автомобилей для передвижений вызывает образование транспортных заторов, рост загрязнения окружающей среды, снижение безопасности движения и т.п. Для преодоления таких негативных последствий во многих странах мира в последние годы проводится транспортная политика, основанная на принципах устойчивого развития. Формируется городская среда, не требующая обязательного владения и использования автомобилей для обеспечения мобильности людей и высокого качества их жизни.

Характеристики владения и использования автомобилей являются также важными показателями, определяющими потребность в транспортной инфраструктуре и сервисах. Уровень автомобилизации населения рассматривается в качестве меры владения автомобилями, а доля передвижений на легковых автомобилях в общем объеме передвижений (включая передвижения пешком и на велосипеде) – в качестве меры использования автомобилей.

Для планирования и прогнозирования развития транспортных систем городов необходимо понимание взаимосвязей показателей владения и использования автомобилей для различных вариантов

проводимой транспортной политики. Исследованию данного вопроса посвящена данная работа.

Состояние вопроса

Процесс массовой автомобилизации населения в городах Северной Америки начался в 20–30 годы XX века, в Западной Европе – в 50–60-е годы XX века. В некоторых городах уровень автомобилизации уже достиг уровня насыщения (600–700 легковых автомобилей на 1000 жителей). Под уровнем автомобилизации (car ownership rate) понимается количество легковых автомобилей во владении у населения, приходящихся на 1000 жителей.

Уровень автомобилизации обычно связывают с уровнем благосостояния населения [6, 9, 12]. Результаты исследований в Великобритании показывают, что уровень автомобилизации сильнее изменяется с ростом уровня доходов, чем при их снижении. При этом эластичность уровня автомобилизации по доходам не является постоянной, – она снижается с ростом уровня автомобилизации [7]. Эластичность уровня автомобилизации населения по уровню доходов, полученные на основе анализа данных по 26 странам мира, изменяется примерно от 2,0 для низкого уровня доходов до нуля при высоком уровне дохода, когда автомобилизация населения достигает насыщения [8]. В крупных городах на уровень автомобилизации населения оказывает влияние доступность и качество общественного транспорта [11, 16].

В России и во многих странах Восточной Европы уровень автомобилизации населения вплоть до начала 90-х XX века находился на достаточно низком уровне (ниже 100–150 легковых автомобилей на 1000 жителей), несмотря на достаточно высокий уровень жизни. Сдерживание автомобилизации обеспечивалось за счет квотирования объема выпускаемых автомобилей для продажи населению в рамках централизованного управления экономикой. С переходом к рыночной экономике в 90-е годы XX века в России и странах Восточной Европы наблюдается значительный рост уровня автомобилизации населения, несмотря на падение доходов населения, за счет отложенного спроса. Уровень автомобилизации

в России к 2016 году превысил отметку в 300 легковых автомобилей на 1000 жителей и продолжает расти.

В всем мире в городах по мере роста автомобилизации первоначально применялся инерционный подход к развитию транспортных систем, то есть делались попытки адаптировать транспортную инфраструктуру под постоянно увеличивающийся спрос на передвижения на легковых автомобилях за счет экстенсивного наращивания пропускной способности улично-дорожной сети, количества и вместимости парковок. Индивидуальный автомобильный транспорт по сравнению с альтернативными способами передвижения требует намного больше пространства, которое в городах с плотной застройкой является одним из самых ценных ресурсов. Выделение этих ресурсов без ущерба для других видов городских активностей становится невозможным. В результате по мере роста уровня автомобилизации на улично-дорожных сетях городов растут потери времени на передвижения людей и доставку товаров, ухудшается экологическая ситуация, повышается аварийность, снижается качество городской среды.

Концептуальной основой для решения вышеуказанных проблем является концепция устойчивого развития транспортных систем. Под устойчивым развитием понимается такое развитие, которое обеспечивает удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять их собственные потребности [15]. Концепция устойчивого развития направлена на экономическое развитие, социальный прогресс и защиту окружающей среды в долгосрочном контексте.

В 2015 году Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций была принята Повестка в области устойчивого развития до 2030 года, в которой определены 17 целей устойчивого развития [5]. Цель 11 предполагает обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов. Устойчивая мобильность в городах должна обеспечиваться за счет расширения использования общественного транспорта и немоторизированных способов передвижения.

Управление мобильностью включает комплекс различных мероприятий (таблица 1) не только инфраструктурного, но и экономического, организационного, административного характера [18]. Для сдерживания передвижений на легковых автомобилях может ограничиваться количество парковок, вводиться плата за парковку, платный въезд, создаваться пешеходные зоны, зоны успокоения движения и т.п.

Концепция устойчивого развития направлена на повышение качества жизни людей. В ряде городов Западной Европы (такие как Вена и Цюрих) принципы устойчивого развития в сфере транспорта начали внедряться еще в 80–90 годы XX века. В последние годы Вена и Цюрих являются лидерами рейтинга качества жизни Mercer Quality of Living Ranking 2018 [20].

Одной из главных задач Транспортной стратегии Вены до 2025 года является обеспечение мобильности населения без владения автомобилем [17]. В качестве ключевого целевого показателя транспортных стратегий Вены и Цюриха выступает доля передвижений на легковых автомобилях в общем объеме передвижений, включая передвижения пешком и на велосипеде [17, 19].

Таблица 1.

Набор мероприятий по управлению мобильностью [18]

Мероприятия	Толкающие («Кнут»)	Тянущие («Пряник»)
Политико-экономические меры	Ограничение доступа автомобилей: - платные парковки; - платный въезд в центр города; - налоги с транспортных средств и т.п.	Совершенствование обслуживания транспортом общего пользования: - интегрированные системы, в том числе оплаты проезда; - приоритет проезда для транспорта общего пользования и т.п.
Технические мероприятия	Снижение количества поездок на автомобиле: - уменьшение количества парковок; - создание зон успокоения движения; - создание пешеходных зон и т.п.	Совершенствование обслуживания транспортом общего пользования: - системы скоростного транспорта; - удобный подвижной состав, удобные остановочные пункты и подходы к ним; - информационное обслуживание; - совершенствование пешеходной и велосипедной инфраструктуры и т.п.

Окончание табл. 1.

Планировочные мероприятия	Интегрированное планирование транспорта и землепользования: - развитие территорий, ориентированных на использование общественного транспорта; - ограничение парковочного пространства и т.п.	Планирование немоторизированных способов передвижений: - планирование инфраструктуры для движения пешеходов и велосипедистов; - обеспечение связности улиц; - развитие системы маршрутного ориентирования и т.п.
Поддерживающие мероприятия	Контроль: - штрафы, эвакуация транспортных средств и т.п.	Общественная вовлеченность: - объяснение принимаемых мер; - проведение мероприятий таких как «День без автомобилей» и т.п.

Проводимая транспортная политика в Вене и Цюрихе позволила снизить долю передвижений на легковых автомобилях с 2000 по 2010 год с 36% до 31% и с 40% до 30% соответственно (таблица 2).

Таблица 2.

Фактические и целевые значения доли передвижений на легковых автомобилях в Вене и Цюрихе [17, 19]

Город	Доля передвижений на легковых автомобилях, %					
	Фактические показатели по годам			Целевые показатели по годам		
	2000	2005	2010	2020	2025	2030
Вена (Австрия)	36	34	31	25	20	15
Цюрих (Швейцария)	40	36	30	-	20	-

Снижение доли передвижений на легковых автомобилях в Вене и Цюрихе сопровождается снижением уровня автомобилизации населения [17, 19].

Таким образом, в рамках инерционного подхода к развитию городских транспортных систем рост уровня автомобилизации населения вызывает рост доли передвижений на легковых автомобилях. В рамках подхода, основанного на реализации концепции устойчивого развития, применяемые мероприятия по снижению доли передвижений на легковых автомобилях вызывают также снижение уровня автомобилизации населения.

Показатели владения и использования легковых автомобилей, как правило, определяются в результате исследований подвижности населения в городах. Таких исследований в России проводилось крайне мало, поэтому статистических данных недостаточно для анализа динамики изменения этих показателей. Исследования подвижности населения на регулярной основе проводились и проводятся во многих странах мира, в том числе в странах Восточной и Западной Европы.

Целью данного исследования является определение зависимостей между уровнем автомобилизации населения и долей передвижения на легковых автомобилях как для инерционного подхода к развитию транспортных систем, так и для подхода, основанного на концепции устойчивого развития.

Задачи исследования:

- синтез результатов исследований подвижности населения в городах России, Восточной и Западной Европы за последние 50 лет;
- построение зависимостей между долей передвижения на легковых автомобилях и уровнем автомобилизации населения на основе полученных данных и теоретическое обобщение полученных результатов.

Материалы и методы исследования

Для получения необходимой информации по уровню автомобилизации населения и доле передвижений на легковых автомобилях по результатам ранее проведенных исследований и обеспечения их сопоставимости между собой применены следующие критерии отбора исследований:

- исследования подвижности населения осуществлялись путем опроса жителей города, проведенных в формате личного интервью, по телефону или по почте;
- опрос обеспечивал сбор информации об индивидуальных и семейных характеристиках респондентов, а также информацию о передвижениях, совершенных в будний день (как правило, в день, предшествующий проведению опроса);

- информация собиралась обо всех передвижениях вне зависимости от цели передвижения, времени начала осуществления передвижения, начального и конечного пункта осуществления передвижений;
- период проведения опроса не выпадал на праздники и летние месяцы (июль или август);
- объем выборки составлял не менее 500 человек. Репрезентативность выборки обеспечена по полу, возрасту и географическому положению;
- способы передвижения, учитываемые в исследовании, включали автомобиль, общественный транспорт, велосипед и пешком;
- короткие передвижения пешком (на расстояние менее 200-400 метров) не учитывались.

В соответствии с данными критериями отобраны 187 исследований подвижности населения в 60 городах из 5 стран:

- 8 исследований в 5 городах России (до 1991 года – СССР) за период с 1965 по 2018 год; [1, 2, 3, 4]
- 64 исследования в 21 городе Восточной Германии (до 1990 года – ГДР) за период с 1972 по 2008 год (программа SrV, Технический университет г. Дрездена) [14];
- 99 исследований в 32 городах Франции за период с 1975 по 2017 год (в соответствии со стандартом CERTU) [10];
- 16 исследований в г. Вене (Австрия) и г. Цюрихе (Швейцария) с 1990 по 2018 год [17, 19].

В подавляющем большинстве исследований уровень автомобилизации населения определяется по результатам опроса населения на основе данных о размере домохозяйства и количестве автомобилей в домохозяйстве. Для ряда городов России (Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург) доступные данные исследований подвижности населения не включали данную информацию. Определение уровня автомобилизации осуществлялось на основе статистических данных о численности населения города и количестве зарегистрированных легковых автомобилей, находящихся в собственности жителей.

Уровни автомобилизации населения в городах России (таблица 3) для рассматриваемого набора исследований находятся в диапазоне от 5 до 350 легковых автомобилей на 1000 жителей, в городах Восточной Германии – от 60 до 460, в городах Франции – от 250 до 620. Совместное использование массивов данных позволяет построить закономерности в широком диапазоне значений уровня автомобилизации населения городов.

Таблица 3.

Показатели подвижности населения в ряде городов России

Город	Год	Уровень автомобилизации, авт. / 1000 жит.	Подвижность, передви. / чел. / сутки	Доля передвижений, %			
				Легковой автомобиль	Общественный транспорт	Велосипед	Пешком
Екатеринбург (до 1991 года Свердловск) [1, 2]	1965	8	н/д	3	47	0	50
	1985	48	н/д	4	45	0	51
	2000	126	2,3	9	50	0	41
	2007	240	2,3	21	41	0	38
Красноярск	2018	331	2,5	51	28	0	21
Москва [4]	2015	291	3,2	32	47	0	21
Санкт-Петербург[3]	2004	205	2,0	18	67	0	15
Южно-Сахалинск	2016	345	3,1	58	20	0	22

Примечание: данные по Красноярску и Южно-Сахалинску – результаты исследований подвижности населения, проведенные ОАО «НИИАТ».

Для исследования взаимосвязи уровня автомобилизации населения и доли передвижений на легковых автомобилях в данной работе использовался регрессионный анализ.

Результаты исследования и обсуждение

В ряде городов исследования подвижности населения проводились достаточно регулярно, что позволяет проследить динамику изменения уровня автомобилизации населения и доли передвижений на легковых автомобилях во времени (рисунок 1). Для рассмотренных городов (Дрезден, Лион, Тулуза и других) можно выделить три фазы:

- фаза 1: уровень автомобилизации населения растет, доля передвижений на легковых автомобилях также растет;
- фаза 2: уровень автомобилизации населения растет, доля передвижений на легковых автомобилях стабилизируется или снижается;
- фаза 3: доля передвижений на легковых автомобилях снижается, уровень автомобилизации населения также снижается.

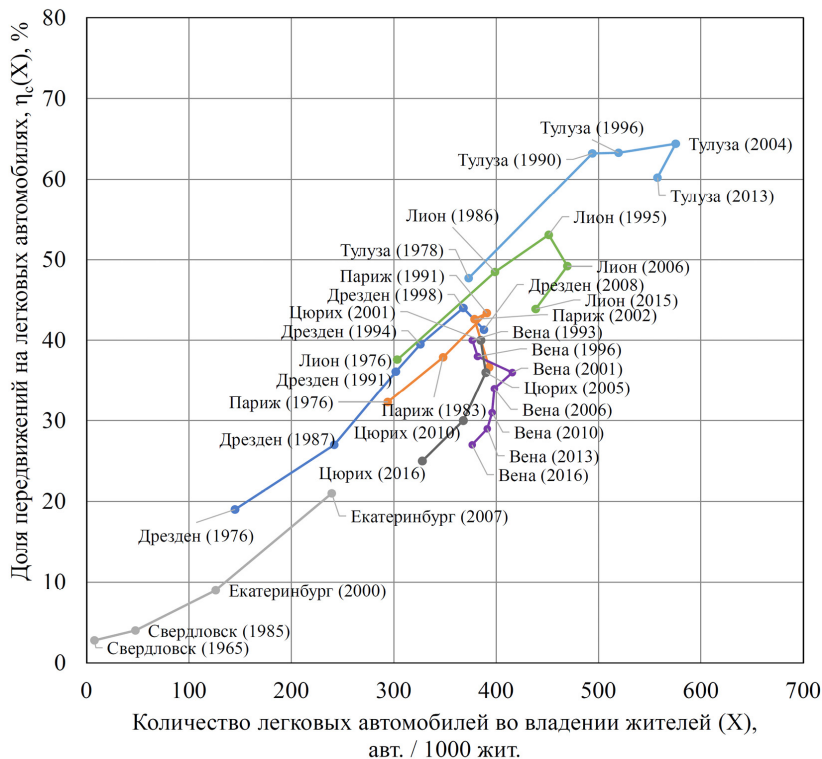


Рис. 1. Изменение уровня автомобилизации населения и доли передвижений на легковых автомобилях во времени

Фаза 1 характеризуется инерционным подходом к развитию транспортной системы. По мере реализации подхода, основанного на концепции устойчивого развития, люди начинают мень-

ше использовать автомобиль для осуществления передвижений, но автомобилизация пока продолжает расти по инерции (фаза 2). Люди, в виду имеющихся транспортных привычек, далеко не сразу адаптируются к новым условиям функционирования транспортной системы. Постепенно начинает снижаться и уровень автомобилизации населения (фаза 3).

Точка перехода с фазы 1 на фазу 2 для городов Восточной Германии и Франции приходится на период с 1990 по 2000 год, а фаза 3 начинается примерно с 2005 года. В Вене и Цюрихе данные процессы начались примерно на 10 лет раньше. В российских городах в целом продолжает реализовываться инерционный подход к развитию транспортных систем. Имеющиеся данные по российским городам соответствуют фазе 1.

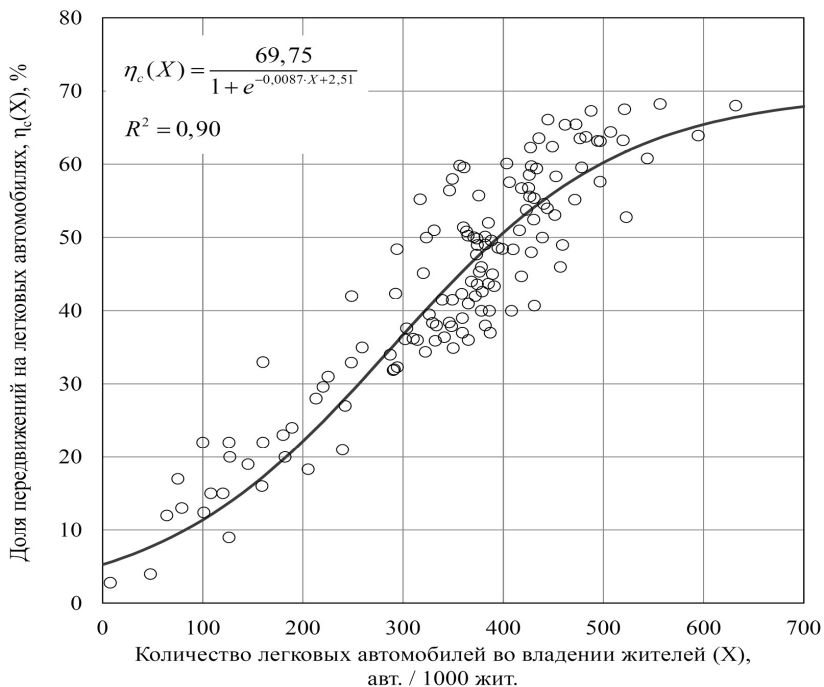


Рис. 2. Зависимость доли передвижений на легковых автомобилях от уровня автомобилизации населения (фаза 1)

Около 70% всех данных исследований подвижности населения соответствуют периоду реализации инерционного подхода к развитию транспортных систем городов (фаза 1). Если принять результаты каждого исследования в виде независимого наблюдения, можно построить регрессионную зависимость между уровнем автомобилизации населения и долей передвижений на легковых автомобилях. Зависимость хорошо описывается логистической кривой (рисунок 2). Пороговое значение доли передвижений на легковых автомобилях составляет около 70%.

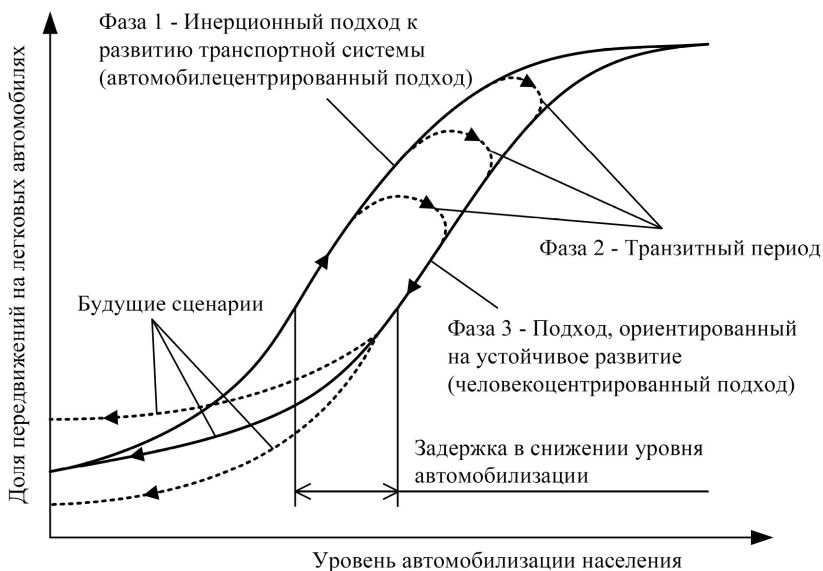


Рис. 3. Теоретическое обобщение результатов исследования

Для ряда городов (Дрезден, Лион, Тулуза и др.) одному и тому же значения доли передвижений на легковом автомобиле на фазах 1 и 3 соответствуют два разных значения уровня автомобилизации населения (см. рисунок 1). Можно предположить, что при переходе от инерционного подхода к развитию транспортных систем к подходу, основанному на концепции устойчивого развития, имеет место явление гистерезиса – задержки в снижении уровня

автомобилизации (рисунок 3). У людей сохраняются автомобили во владении, но используются автомобили существенно меньше. Молодые люди при этом всё меньше стремятся к приобретению собственного автомобиля.

Достижения в области беспилотного транспорта, цифровизации различных сфер жизнедеятельности, развития экономики совместного потребления будут оказывать существенное влияние на транспортное поведение людей. Ожидается, что сервисы беспилотного такси со временем заменят сервисы традиционного такси и каршеринга и удовлетворят большую часть имеющихся потребностей в использовании личных автомобилей. Можно предположить, что по мере развития беспилотного транспорта потребность во владении автомобилями будет радикально снижаться.

Выводы

В данном исследовании определены взаимосвязи между долей передвижения на легковых автомобилях и уровнем автомобилизации населения в зависимости от проводимой транспортной политики на основе синтеза результатов исследований подвижности населения в городах России, Восточной и Западной Европы за последние 50 лет.

В рамках инерционного подхода к развитию транспортных систем рост уровня автомобилизации населения вызывает рост доли передвижений на легковых автомобилях. Зависимость хорошо описывается логистической функцией. Пороговое значение доли передвижений на легковых автомобилях составляет около 70%.

В рамках подхода, основанного на концепции устойчивого развития, применяемые мероприятия по снижению доли передвижений на легковых автомобилях вызывают снижение уровня автомобилизации населения. Такое снижение происходит с задержкой, связанной с инерцией изменения транспортного поведения людей.

Теоретическое обобщение полученных результатов позволяет сделать вывод, что по мере внедрения подходов, основанных на концепции устойчивого развития, доля передвижений на лег-

ковых автомобилях и уровень автомобилизации населения будут снижаться. Дальнейшему снижению уровня автомобилизации населения будут способствовать также достижения в области беспилотного транспорта, цифровизации различных сфер жизнедеятельности, развития экономики совместного потребления.

Список литературы

1. Булавина, Л.В. Передвижения жителей Екатеринбурга в 2007 году / Л.В. Булавина // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2008. Режим доступа: <http://www.waksman.ru/Russian/2008/V.htm> (дата обращения: 20.03.2019).
2. Долгосрочная динамика показателей использования легкового индивидуального автотранспорта в крупном городе / С.А. Ваксман, К.А. Зонов, Г.В. Ушакова, Ю.В. Сыпина // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния / Материалы V Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 1999. С. 75-79.
3. Истомина Л.Ю. Исследование спроса населения на передвижения при планировании развития транспортного комплекса / Л.Ю. Истомина // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XX Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург. 2014. С. 154-166.
4. Транспортная модель Московского региона / А.Э. Воробьев, А.Ю. Титов, В.А. Гаврилин, А.Ю. Меньшутин, И.А. Бахирев // Вычислительные технологии в естественных науках. Методы суперкомпьютерного моделирования: Сборник трудов. Сер. «Механика, управление и информатика». Москва. 2015. С. 49-62.
5. Цели в области устойчивого развития. 17 целей преобразования нашего мира [Электронный ресурс] / Сайт Организации Объединенных Наций. Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/> (дата обращения: 09.08.2020).

6. Bastian A. Explaining “peak car” with economic variables / A. Bastian, M. Börjesson, J. Eliasson // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2016. No. 88. P. 236-250.
7. Dargay, J. The effect of income on car ownership: evidence of asymmetry / J. Dargay // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2001. No. 35(9). P. 807-821.
8. Dargay, J. Income’s effect on car and vehicle ownership, worldwide: 1960–2015 / J. Dargay, D. Gately // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 1999. No. 33(2). P. 101-138.
9. Klein, N. Millennials and car ownership: Less money, fewer cars / N. Klein, M. Smart // *Transport Policy*. 2017. No. 53. P. 20-29.
10. L’enquête ménages déplacements, méthode standard CERTU. Режим доступа: <https://www.cerema.fr> (дата обращения: 20.03.2019).
11. Matas, A., Raymond, J. Changes in the structure of car ownership in Spain / A. Matas, J. Raymond // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2008. No. 42(1). P. 187-202.
12. Nolan, A. A dynamic analysis of household car ownership / A. Nolan // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2010. No. 44(6). P. 446-455.
13. Ortúzar, J. de L. *Modelling Transport* / J. de L. Ortúzar, L.G. Willumsen. John Wiley & Sons Ltd. 2011. 586 p.
14. Projekt Mobilität in Städten – SrV. Режим доступа: <https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/> (дата обращения: 20.03.2019).
15. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, 1987. Режим доступа: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> (дата обращения: 20.03.2019).
16. Ritter, N. Do fewer people mean fewer cars? Population decline and car ownership in Germany / N. Ritter, C. Vance // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2013. No. 50, P. 74-85. (дата обращения: 20.03.2019).
17. STEP 2025 Thematic concept. Urban mobility plan. Режим доступа: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008443.pdf> (дата обращения: 20.03.2019).

18. Transportation Demand Management. Training Document. - Режим доступа: <https://www.sutp.org/publications/transportation-demand-management/> (дата обращения: 20.03.2019).
19. Urban traffic program “Stadtverkehr 2025”. Zurich. 2012. 40 p. Режим доступа: <https://www.stadt-zue-rich.ch/> (дата обращения: 20.03.2019).
20. Vienna tops Mercer’s 20th Quality of Living ranking. Режим доступа: <https://www.mercer.com/newsroom/2018-quality-of-living-survey.html> (дата обращения: 20.03.2019).

References

1. Bulavina L.V. Peredvizhenija zhitelej Ekaterinburga v 2007 godu [Mobility within Ekaterinburg in 2007]. *Social’no-jekonomicheskie problemy razvitija transportnyh sistem gorodov i zon ih vlijaniya: materialy XIV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Socio-economic problems of the development of transport systems of cities and zones of their influence: materials of the XIV Intern. scientific-practical conf. Yekaterinburg, 2008]. URL: <http://www.waksman.ru/Russian/2008/V.htm>
2. Vaksman S.A., Zonov K.A., Ushakova G.V., Sypina Ju.V. Dolgosrochnaja dinamika pokazatelej ispol’zovanija legkovogo individual’nogo avtotransporta v krupnom gorode [Long term changes of car use indicators in large cities]. *Social’no-jekonomicheskie problemy razvitija transportnyh sistem gorodov i zon ih vlijaniya. Materialy V mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Socio-economic problems of the development of transport systems of cities and zones of their influence. Proceedings of the V International. scientific-practical conf.]. Ekaterinburg, 1999, pp. 75-79.
3. Vorob’jov A.Je., Titov A.Ju., Gavrilin V.A., Men’shutin A.Ju., Bahirev I.A. Transportnaja model’ Moskovskogo regiona [Moscow region transport model]. *Vychislitel’nye tehnologii v estestvennyh naukah. Metody superkomp’juternogo modelirovanija: Sbornik trudov. Ser. «Mehanika, upravlenie i informatika»* [Socio-economic problems of development and functioning of transport systems of cities and zones of their influence: materials of the XX Intern. scientific-practical conf.]. Moskva, 2015, pp. 49-62.
4. Istomina L.Ju. Issledovanie sprosа naselenija na peredvizhenija pri planirovanii razvitija transportnogo kompleksa [Travel demand stud-

- ies for transport development]. *Social'no-jekonomicheskie problemy razvitija i funkcionirovanija transportnyh sistem gorodov i zon ih vlijanija: materialy XX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* [Computational technologies in natural sciences. Supercomputer modeling methods: Proceedings. Ser. "Mechanics, Management and Informatics"]. Ekaterinburg, 2014, pp. 154-166.
5. *Tseli v oblasti ustoychivogo razvitiya. 17 tseley preobrazovaniya nashego mira* [Sustainable development goals. The 17 goals]. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/>
 6. Bastian, A., Börjesson, M., Eliasson, J. Explaining "peak car" with economic variables. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2016, no. 88, pp. 236-250.
 7. Dargay, J. The effect of income on car ownership: evidence of asymmetry. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2001, no. 35(9), pp. 807-821.
 8. Dargay, J., Gatley, D. Income's effect on car and vehicle ownership, worldwide: 1960–2015. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 1999, no. 33(2), pp. 101-138.
 9. Klein, N., Smart, M., Millennials and car ownership: Less money, fewer cars. *Transport Policy*, 2017, no. 53, pp. 20-29.
 10. L'enquête ménages déplacements, méthode standard CERTU. <https://www.cerema.fr>
 11. Matas, A., Raymond, J. Changes in the structure of car ownership in Spain. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2008, no. 42(1), pp. 187-202.
 12. Nolan, A. A dynamic analysis of household car ownership. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2010, no. 44(6), pp. 446-455.
 13. Ortúzar, J. de L., Willumsen, L.G. *Modelling Transport*. John Wiley & Sons Ltd., 2011. 586 p.
 14. Projekt Mobilität in Städten – SrV. <https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/>
 15. Ritter, N., Vance, C. Do fewer people mean fewer cars? Population decline and car ownership in Germany. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2013, no. 50, pp. 74-85.
 16. STEP 2025 Thematic concept. Urban mobility plan. <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008443.pdf>.

17. Transportation Demand Management. Training Document. <https://www.sutp.org/publications/transportation-demand-management/>
18. UN World Commission on Environment and Development, ed., Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, 1987. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
19. Urban traffic program “Stadtverkehr 2025”. Zurich City, 2012. 40 p. <https://www.stadt-zue-rich.ch/>
20. Vienna tops Mercer’s 20th Quality of Living ranking. <https://www.mercer.com/newsroom/2018-quality-of-living-survey.html>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Литвинов Александр Владимирович, аспирант

ОАО «НИИАТ»

125480, Россия, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

alitvinov85@gmail.com

Донченко Вадим Валерианович, научный руководитель института, кандидат технических наук

ОАО «НИИАТ»

125480, Россия, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

donchenko@niiat.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Litvinov Alexander Vladimirovich, PhD student

JSC NIIAT

24, Geroyev Panfilovtsev Str., Moscow, 125480, Russian Federation

alitvinov85@gmail.com

Donchenko Vadim Valerianovich, Research Director, PhD in Technical Sciences

JSC NIIAT

24, Geroyev Panfilovtsev Str., Moscow, 125480, Russian Federation

donchenko@niiat.ru