

УДК 656.13.08

*С. Н. КАРАСЕВИЧ, кандидат технических наук, доцент, С. А. АЗЕМША, кандидат технических наук, доцент, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ К СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ЭФФЕКТОВ ОТ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОМОБИЛЬНОСТИ В ГОРОДАХ

Экомобильность подразумевает комплексную форму экологически рациональной мобильности, которая объединяет использование немоторизованных видов передвижения (ходьба, езда на велосипедах), с использованием общественного транспорта для того, чтобы люди могли передвигаться в местных условиях без применения личного легкового транспорта. Экомобильность бурно развивается в странах Европейского союза. В Республике Беларусь в настоящее время развитию этого направления уделяется недостаточно внимания.

В статье рассмотрены результаты анализа существующих методических подходов к системе мониторинга эффектов от мероприятий, реализуемых в сфере развития пешеходной и велосипедной инфраструктуры. Приведены выводы и рекомендации по совершенствованию методических подходов к системе мониторинга эффектов от развития инфраструктуры, предназначенной для экомобильности в городах. Рассмотрены недостатки существующих подходов и возможные пути развития применяемых методик. Для количественного определения индикаторов и показателей развития пешеходной доступности и велотранспортной инфраструктуры использован комплексный методический подход к системе мониторинга, включающий периодически проводимые статистические, социологические, маркетинговые и натурные обследования и исследования.

Улучшение условий мобильности населения в городах путем развития инфраструктуры для активных способов передвижения, в том числе с использованием экологических видов транспорта, – важная стратегическая задача современных городов [1–20].

Эффективное управление развитием пешеходной и велотранспортной инфраструктуры в городах является важной задачей, которая должна решаться на основе внедрения системы мониторинга – систематической оценки уровня развития пешеходной и велотранспортной инфраструктуры [1, 4].

Мониторинг заключается в количественных оценках индикаторов и показателей развития пешеходной доступности и велотранспортной инфраструктуры, оценке эффективности существующих подходов, политике и формулировании необходимых корректировок для обеспечения непрерывного прогресса.

При этом следует отметить, что, во-первых, обеспечение безопасности пешеходов и велосипедистов – важнейшее требование к реализации всей политики в сфере создания пешеходной и велотранспортной инфраструктуры. Степень обеспеченности безопасности движения пешеходов и велосипедистов напрямую коррелирует с уровнем развития пешеходной и велотранспортной инфраструктуры. Во-вторых, наряду с анализом и мониторингом показателей безопасности движения в системе мониторинга, безусловно, необходим учет экологических показателей, достигаемых в сфере развития пешеходной и велотранспортной инфраструктуры. В-третьих, представляется весьма востребованным и полезным анализ массива сообщений СМИ и социальных медиа по тематике развития экомобильности в городе на основе изучения массива сообщений СМИ и социальных медиа (Facebook, ВКонтакте, Twitter и других). В результате проведенного анализа с помощью автоматической системы мониторинга и анализа СМИ и социальных медиа в режиме реального времени может быть определено место пешеходной и велосипедной тематики в новостной повестке, а также установлены проблемы в области развития пешеходной и велотранс-

портной инфраструктуры путем изучения анализируемых сообщений.

В области построения и учета объективных показателей большой интерес представляет методика оценки интенсивности движения пешеходов и велосипедистов на исследуемых объектах улично-дорожной сети. Изменение объема пешеходного и немоторизованного трафика является одним из объективных критериев, по которым можно оценить успешность реализации мероприятий. Количество и месторасположение точек учета интенсивности и других дополнительных параметров движения, продолжительность замеров являются определяющими.

Методики обследования транспортных и пешеходных потоков, предусмотренные в известных источниках, как правило, не удовлетворяют необходимым требованиям и не позволяют определить характеристики движения пешеходов и велосипедистов с учетом их изменений и неравномерности во времени по часам суток, дням недели, выявить сезонные социальные активности, изменения активностей с учетом погодных и многих других условий для построения эффективной системы мониторинга эффектов от мероприятий в области развития пешеходной доступности и велосипедной инфраструктуры города. В связи с этими обстоятельствами данные методики проведения обследований транспортных и пешеходных потоков нуждаются в пересмотре и уточнении в рамках построения эффективной системы мониторинга эффектов от мероприятий в области развития пешеходной доступности и велосипедной инфраструктуры города.

Адекватные замеры интенсивности движения пешеходов и велосипедистов на различных объектах города требуют реализации непрерывных наблюдений в различные периоды суток, что позволяет на основе достоверных данных учесть активность участников дорожного движения.

Актуально картирование графика интенсивности контактов и выявление точек, требующих особого внимания, реализация целевых социологических опросов с непрерывным учетом репрезентативности выборки.

Проведение исследований для определенной социальной группы с большой долей вероятности помогает понять, какими пешеходными пространствами и с какой частотой они пользуются – где предпочитают перемещаться с более высокой, а где с более низкой скоростью, пешком, с использованием транспортных средств общего пользования или немоторизованных транспортных средств. Это позволяет получить сведения об удовлетворенности той или иной территорией и тем или иным качеством городской среды.

Количественными характеристиками, полученными подобным образом, в том числе могут стать средняя скорость пешего передвижения, средняя продолжительность пеших перемещений или перемещений с помощью немоторизованных транспортных средств и другие связанные с ними количественные показатели, что в ряде случаев не учитывают существующие методики системы мониторинга эффектов от мероприятий в области развития пешеходной доступности и велосипедной инфраструктуры в городе.

Сегодня анализ интенсивности велосипедного движения на исследуемой городской территории может дополнительно осуществляться по данным мобильных приложений. В частности, мобильное приложение Strava, представленное на сайте [www.strava.com](http://www.strava.com), является разновидностью социальной сети для людей, ведущих активный образ жизни, в том числе совершающих поездки на велосипеде. Данное приложение, взаимодействуя с мобильными телефонами и другими GPS/ГЛОНАСС-устройствами, позволяет отслеживать физическую активность участников, а также накапливать и анализировать различные параметры активности, в том числе маршруты передвижения.

Система мониторинга эффектов от мероприятий в области развития пешеходной доступности и велосипедной инфраструктуры в городе служит для поддержки принятия решений по улучшению качества и эффективности организации дорожного движения в городе. В зависимости целей мониторинга выбирается тот или иной набор предварительных исследований и оценочных показателей. При этом используемая система показателей является основой системы мониторинга. Рекомендуется построение системы мониторинга, которая предусматривает, что степень достижения ожидаемых результатов измеряется на основе сопоставления фактических значений целевых индикаторов и показателей с их плановыми значениями. Сопоставление значений целевых индикаторов и показателей проводится по каждому плановому индикатору и показателю.

Аналогичный подход предложен в [18], где отмечается, что на основании отклонений фактических значений показателей от плановых могут быть сформированы программные и проектные решения по выбору направлений совершенствования велотранспортной инфраструктуры.

Выбор и определение показателей развития пешеходной доступности и велотранспортной инфраструктуры основывается на отражении динамики развития рассматриваемой инфраструктуры и возможностей ее улучшения.

Качество велосипедного движения определяется скоростью и временем поездки, свободой маневрирования и безопасностью движения, стабильностью движения, комфортабельностью поездки.

В качестве интегрального оценочного параметра уровня обслуживания велосипедного движения выступает комплексный показатель Level of Service (LOS), широко применяемый в США, ЕС и других странах мира, включенный Минтрансом России в методические рекомендации [2, 3]. Наряду с этим пункт 2 части 2 статьи 10 Федерального закона от 29.12.2017 № 443-ФЗ (ред. от 15.04.2019) «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» предусматривает, что к основным параметрам мониторинга дорожного движения относятся параметры эффективности организации дорожного движения, характеризующие потерю времени (задержку) в движении транспортных средств и (или) пешеходов.

Уровень обслуживания (Level of Service (LOS)) используется для оценки условий движения транспортных средств и участников дорожного движения. Концепция критерия LOS и методика его применения включена в состав руководства Highway Capacity Manual (HCM).

К настоящему времени в HCM включены показатели LOS почти для всех элементов улично-дорожной сети, сложилась система показателей уровня обслуживания, рассмотрено качество обслуживания велосипедного и пешеходного движения и т. д. Для каждого вида движения (велосипед, автотранспорт, пешеходы и т. д.) и каждого типа элементов улично-дорожной сети (перегоны, перекрестки, тротуары, пешеходные переходы и т. д.) используются свой определенный показатель и соответствующий метод его определения.

Уровень обслуживания – это комплексная характеристика потока как моторизованных, так и немоторизованных транспортных средств, или пешеходов, критериями для которой являются количественные показатели: средняя скорость, плотность объектов (количество приходящейся площади пространства на одного участника движения), интенсивность потока.

Графическое представление LOS для пешеходных пространств представлено в таблице 1, критерии оценки уровня сервиса (LOS) для пешеходных пространств – на рисунке 1 и в таблице 1[3].

Также в качестве оценочных параметров развитости велосипедного движения могут выступать:

1 *Характеристики степени эксплуатации велотранспорта.*

Общая среднесуточная протяжённость велопоездки в городе, км/день.

Средняя протяжённость велопоездки, км/год.

Средняя продолжительность сезона использования велотранспортных средств, дней в год.

Средняя скорость передвижения по городу на велосипеде, км/ч.

Доля использования велотранспорта при поездках на работу/с работы, %.

Доля использования велосипедов при поездках в торговые точки и в иные объекты притяжения, %.

Коэффициент использования велосипедов (отношение произведения количества велосипедов на среднее число велопоездки к общему количеству жителей).

2 *Характеристики городской велосипедной сети и велоинфраструктуры.*

Протяжённость велосипедного пространства, км.

Общая протяжённость велодорожек, км.

Протяжённость велополос, км.

Протяжённость изолированных велодорожек, примыкающих к проезжей части автодороги, км.

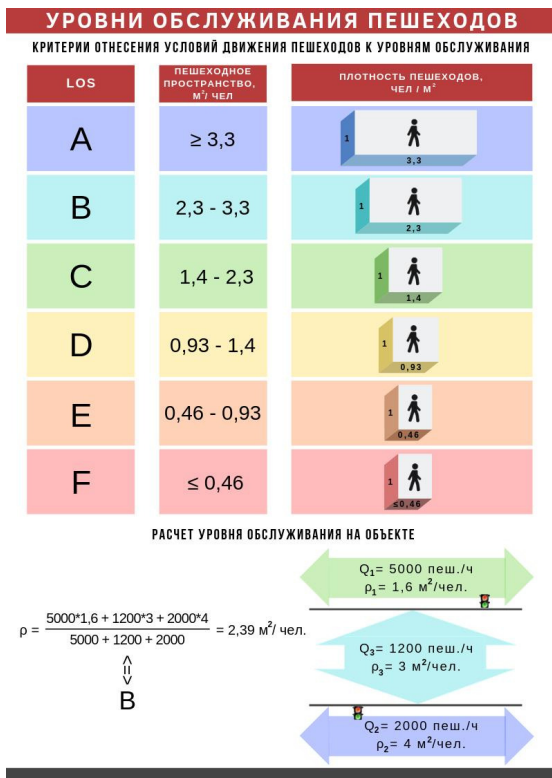


Рисунок 1 – Критерии оценки уровня сервиса (LOS) для пешеходных пространств

Протяжённость изолированных велодорожек, примыкающих к пешеходной дороге, км.

Протяжённость изолированных велодорожек, не примыкающих ни к проезжей части автодороги, ни к пешеходной дороге, км.

Протяжённость обособленных велополос на проезжей части автодороги, км.

Таблица 1 – Критерии оценки уровня сервиса (LOS) для пешеходных пространств

Уровень LOS	Значения оптимальных показателей, м <sup>2</sup> /чел.		
	Пешеходные пространства	Очереди	Лестничные марши
A	≥ 3,3	≥ 1,2	≥ 1,9
B	2,3–3,3	0,92–1,2	1,4–1,9
C	1,4–2,3	0,65–0,92	0,92–1,4
D	0,93–1,4	0,28–0,65	0,65–0,92
E	0,46–0,93	0,19–0,28	0,37–0,65
F	≤ 0,46	≤ 0,19	≤ 0,37

Проведенный анализ показал [1–18, 20], что для целей мониторинга эффектов от реализуемых мероприятий по развитию инфраструктуры целесообразно применение нижеприведенной системы оценочных критериев и показателей развития велодвижения в городе:

#### 3 Характеристики парка велотранспортных средств.

Количество велотранспортных средств (общая и на 1000 жителей).

Количество велосипедов коллективного пользования (общая и на 1000 жителей).

Количество велотранспортных средств для людей с ограниченными физическими возможностями (общая и на 1000 человек соответствующего контингента) и др.

Протяжённость смешанных велополос на проезжей части автодороги, км.

Протяжённость обособленных велополос на пешеходной дороге, км.

Протяжённость совмещенных велополос на пешеходной дороге, км.

Протяжённость велотроп, км.

Протяжённость рекреационных велодорожек, км.

Плотность велодорожной сети, км/км<sup>2</sup>.

Связанность городской велодорожной сети (отношение расстояния между двумя пунктами по велодорожкам (веломаршрутам) к расстоянию по прямой).

Техническое состояние городской велодорожной сети, баллы.

Общее количество велопарковок (всего и на одно велотранспортное средство).

Количество велогаражей (всего и на одно велотранспортное средство).

Количество велопарковок системы велшеринга (всего и на одного жителя).

Количество не крытых бесплатных парковок, ед.

Количество крытых бесплатных парковок, ед.

Количество автоматических камер хранения велосипедов, ед.

Количество автоматических стоянок для велосипедов, ед.

Количество перехватывающих парковок (около станций метро, вокзалов), ед.

Среднее расстояние между велопарковками, км.

Количество станций велопроката, ед.

Количество велосипедов в городском прокате, ед.

Количество станций электропроката, ед.

Количество электровелосипедов в городском прокате, ед.

Статистика использования станций велопроката, ед.

Количество объектов сервиса велотранспортных средств, ед.

Количество дорожных знаков и информационных табло и других средств навигации, относящихся к велоинфраструктуре, ед.

Протяжённость дорожной разметки, относящейся к велоинфраструктуре, км.

Количество велосветофоров, ед.

Количество перекрёстков, оборудованных светофорами для велосипедистов, ед.

Количество разноуровневых пересечений велодорожек с автодорогами, включая специально оборудованные для непрерывного движения велотранспортных средств пешеходные переходы.

Время ожидания светофорных фаз, с.

Протяжённость зон успокоенного трафика, км.

4 Характеристики безопасности велосипедного движения (при наличии данных).

Общее число ДТП с участием велосипедистов с указанием мест и причин.

Количество ДТП с участием велосипедистов с погибшими, ед.

Количество ДТП с участием велосипедистов с ранеными, ед.

Количество ДТП с участием велосипедистов без пострадавших с материальным ущербом, ед.

Риск велосипедиста (количество ДТП с пострадавшими с участием велосипедистов, приходящееся на километр совершённых в городе за год велопоездки).

Субъективная оценка степени опасности передвижения на велосипеде по городу, баллы.

5 Экономические показатели велосипедного транспорта и велоинфраструктуры.

Размер инвестиций на развитие и содержание велоинфраструктуры в расчете на 1 жителя города.

Величины транспортных издержек и себестоимости велоперевозок.

Количество рабочих мест в сфере велотранспортной деятельности, обслуживания, аренды и продажи велосипедов и комплектующих.

Налоговые отчисления с велотранспортной деятельности.

Объем рынка в сфере велоэкономики, млн руб.

6 Характеристики качества реализации политики по развитию велодвижения (при наличии данных).

Наличие ответственных лиц в структуре органов власти (да/нет).

Наличие проверок качества инфраструктуры и подсчета количества пользователей (да/нет).

Наличие процедур учёта интересов велообщественности и других заинтересованных лиц (да/нет).

Наличие информационных, воспитательных и образовательных проектов (ед.), мероприятий по безопасности движения велосипедистов (ед.), обследованию транспортного поведения (ед.).

Наличие изменений в нормативно-правовой базе (Правил дорожного движения, разработка/обновление стандартов проектирования велопространств и т. д.) (да/нет).

Наличие регулярной публикации отчетов о проделанной работе (ед.), статей в СМИ и социальных медиа о мобильности и безопасности велосипедистов, ед.

Вместе с тем с учетом тех объективных обстоятельств, что количество факторов, влияющих на аварийность с участием пешеходов и велосипедистов, велико и действие их многовариантно, для оценки уровня обеспеченности безопасности движения пешеходов и велосипедистов в дополнение к существующим методология системы мониторинга эффектов от мероприятий в области развития пешеходной доступности и велосипедной инфраструктуры города предлагается подвергнуть мониторингу потенциальную опасность (количество потенциальноопасных точек конфликтного взаимодействия участников дорожного движения по конфликту «транспорт – пешеход» и конфликту «транспорт – велосипедист») на исследуемых объектах улично-дорожной сети.

Оценка потенциальной опасности для движения пешеходов на каждом объекте исследования производилась на основании подсчета количества конфликтных точек между транспортными средствами и пешеходами в ключевых узлах объекта исследования с учетом пиковой интенсивности движения конфликтующих транспортных средств в таких точках по формуле

$$P_{\text{вк}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{п}} Q_{\text{тс}i}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{вк}}$  – потенциальная опасность ключевого узла для пешеходов;  $n$  – число конфликтных точек по конфликту «транспорт – пешеход» в узле;  $Q_{\text{п}}$  – часовая интенсив-

ность движения пешеходов в  $i$ -й конфликтной точке узла, пеш./ч;  $Q_{\text{тс}i}$  – часовая интенсивность движения транспортных средств в физических единицах в  $i$ -й конфликтной точке узла, авт./ч.

На улицах с конфликтным взаимодействием автотранспортных потоков с велосипедистами скорость движения автомобилей должна быть приближена к скорости движения велосипедистов, что достигается как путем реализации инженерно-реконструктивных мероприятий по сдерживанию скорости движения автомобилей (успокоению движения), так и применением технических средств организации дорожного движения.

В городах важно расширить практику применения проектных решений по эффективному управлению доступом автомобилей к территориям пешеходных и велосипедных пространств (технические средства ограничения доступа: малые архитектурные формы, зеленые насаждения, ограждения и т. д.), что в каждом конкретном случае решается проектом. Сегодня всё более актуальными являются вопросы создания условий и инфраструктуры для безопасности движения на электросамокатах, сигвеях, гироскутерах, моноколесах и т. д., исключая возможность физических конфликтов таких участников дорожного движения с автомобилями и пешеходами.

Создаваемая система мониторинга развития пешеходной и велосипедной инфраструктуры, городской инфраструктуры для использования средств индивидуальной мобильности должна позволять выявлять уровень качества благоустройства городской среды и недостатки инфраструктуры. К примеру, на улице Большой Никитской (г. Москва) (на участке от Бульварного кольца до ул. Маховой) необходимо устранить несоответствие интенсивности пешеходного потока пропускной способности обустроенного тротуара, который неэффективно заужен вследствие устройства велодорожки. Пространство велодорожек используется преимущественно пешеходами, наблюдается низкий трафик велосипедистов и конфликтное взаимодействие участников дорожного движения (рисунок 2).



Рисунок 2 – Дорожно-транспортная ситуация на улице Большой Никитской г. Москвы с недостатками обустройства пешеходной инфраструктуры

Такие недостатки могут быть выявлены в ходе натурных наблюдений и обследований. Однако существующие подходы к созданию системы мониторинга не позволяют решать такие задачи. В частности, прове-

денный анализ показал, что применение методологии системы мониторинга эффектов от мероприятий в области развития пешеходной доступности и велосипедной инфраструктуры города Москвы, разработанной Центром городских исследований бизнес-школы СКОЛКОВО, выполненной в рамках исследовательского гранта Департамента транспорта г. Москвы [1], не удовлетворяет в достаточной мере целям построения эффективной системы мониторинга рассматриваемых эффектов и нуждается в развитии и совершенствовании с учетом отсутствия должной оценки эффективности качества организации движения пешеходов и велосипедистов на исследуемых объектах улично-дорожной сети, а также не позволяет выявить локальные проблемы пешеходной и велосипедной инфраструктуры на отдельных участках улично-дорожной сети. Кроме того, данная методика не определяет источник получения данных от административных и иных структур по показателям мониторинга, что значительно затрудняет ее практическое применение.

Система мониторинга может быть успешно дополнена мероприятиями по периодическому территориальному обследованию в целях определения активности фасадов на исследуемых объектах улично-дорожной сети (с фотофиксацией и анализом исследуемых объектов).

Пример графической визуализации результатов проведенного территориального обследования в целях определения активности фасадов на исследуемых объектах улично-дорожной сети в г. Москве показан на рисунке 3.

Принятый в настоящее время в международной практике подход к оценке и мониторингу социально-экономического ущерба, связанного с вредным воздействием выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта на здоровье населения, основан на методологии анализа причинно-следственной связи между попаданием загрязняющих веществ в атмосферный воздух и ростом заболеваемости, смертности и сокращением ожидаемой продолжительности жизни (Impact Pathway Approach, IPA).

Ключевым этапом оценки экологической составляющей социально-экономического эффекта реализации

проектов по развитию пешеходной и велосипедной инфраструктуры является оценка изменения массы выбросов основных загрязняющих веществ автомобильным транспортом в зоне транспортного влияния проекта. Для получения такой оценки рекомендуется использовать методику Европейского агентства по охране окружающей среды, реализованную в программном пакете COPERT (далее – методика ЕЕА/COPERT).

Методология расчета массы вредных выбросов автотранспортных средств ЕЕА/COPERT широко используется органами в сфере охраны окружающей среды ЕС и ЕЭК ООН. В России оценка изменения выбросов от автотранспорта по методике ЕЕА/COPERT проводилась для многих проектов, реализованных в рамках совместной инициативы ПРООН/ГЭФ и Минтранса России «Сокращение выбросов парниковых газов от автотранспорта в городах России». Программный пакет COPERT 5 позволяет автоматически обрабатывать большие объемы данных.

Исходными данными для расчета массы вредных выбросов автотранспортных средств являются:

- статистические данные статистических и аналитических агентств и порталов;
- базы данных Госавтоинспекции (данные о категориях автодорожных транспортных средств по ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств; данные о возрасте, экологическом классе, рабочем объеме двигателя и типе используемых топлив);
- данные натурных наблюдений интенсивности движения потоков автомобилей на исследуемых объектах и др.

Таким образом, для количественного определения оценочных показателей и индикаторов развития пешеходной доступности и велосипедной инфраструктуры в городе рекомендуется методический подход к системе мониторинга, включающий периодически проводимые статистические, социологические, маркетинговые и натурные исследования с определением многообразия эффектов, возникающих в процессе развития экомобильности (рисунок 4).



Рисунок 3 – Графическая визуализация активности фасадов на исследуемых объектах улично-дорожной сети в г. Москве

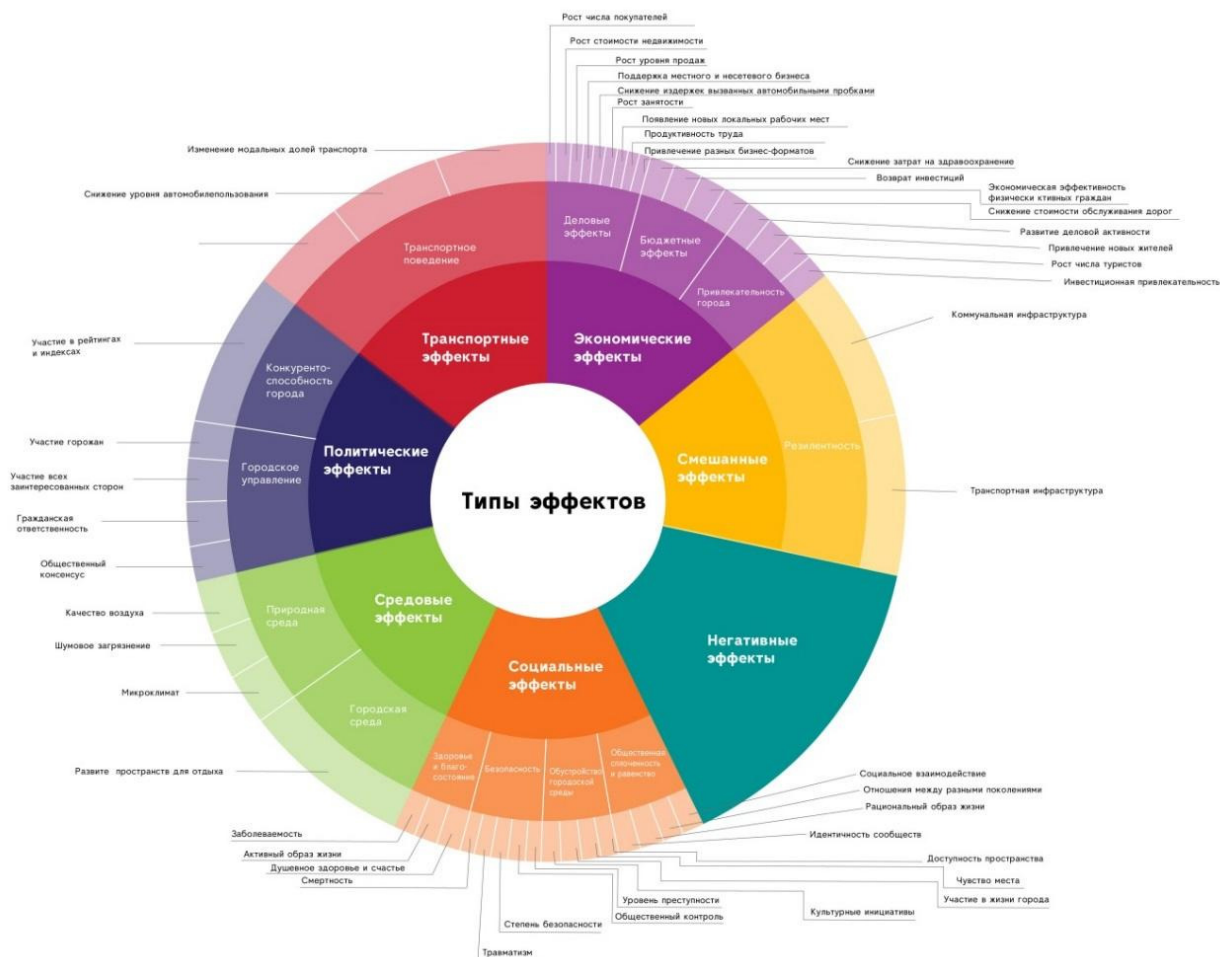


Рисунок 4 – Эффекты от развития экомобильности в городах [1]

Рассмотренные в статье критерии и показатели более эффективно отражают эффективность мероприятий и прогресс на пути к заявленным стратегическим и программным целям и результатам развития пешеходной и велотранспортной инфраструктуры в городе, и могут быть использованы в дальнейшем для уточнения (корректировки) проводимой политики, принятых стратегий и мероприятий по достижению целей. Наряду с этим реализация вышеизложенных предложений в своей совокупности способствует созданию более эффективной методологии системы мониторинга эффектов от мероприятий в области развития пешеходной доступности и велосипедной инфраструктуры города.

Внедрение в практику методических разработок такой направленности позволит повысить эффективность создаваемой системы мониторинга и управления мероприятиями, реализуемыми в сфере развития инфраструктуры для организации экомобильности, и обеспечит рациональное использование ресурсов в этих целях.

### Список литературы

1 Разработка концепции системы мониторинга мероприятий в области развития пешеходной доступности и велосипедной инфраструктуры города Москвы : отчет, подготовленный Центром городских исследований бизнес-школы СКОЛКОВО, выполненный в рамках исследовательского гранта, выделенного департаментом транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры г. Москвы в 2016 году. – М., 2017. – 237 с.

2 Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. «Требований к планированию развития инфраструктуры велосипедного транспорта поселений, городских округов в Российской Федерации (одобр. Научно-исследовательским советом ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» (протокол № 2 от 25 апреля 2017 г.), Межведомственный Координационный комитет проекта ПРООН/ГЭФ – Минтранс России «Сокращение выбросов парниковых газов от автомобильного транспорта в городах России» Российской Федерации (05 ноября 2017 г.))». – М., 2017. – 84 с.

3 Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. Развитие пешеходных пространств поселений, городских округов в Российской Федерации (одобр. Научно-техническим советом ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» (протокол № 2 от 25 апреля 2017 г.), Межведомственный Координационный комитет проекта ПРООН/ГЭФ – Минтранс России «Сокращение выбросов парниковых газов от автомобильного транспорта в городах России» Российской Федерации (05 ноября 2017 г.))». – М. : 2017. – 97 с.

4 Теоретические и практические аспекты организации городского движения велосипедистов / Д. В. Капский [и др.] ; под общ. ред. В. К. Шумчика. – Минск : Капитал Принт, 2019. – 374 с.

5 Разработка методик и стандартов для объектов транспортной инфраструктуры: пешеходного и велосипедного движения по теме: Анализ зарубежного и отечественного опыта, разработка методики, оценка эффективности и уровня безопасности велосипедного и пешеходного движения (1-й этап) : отчет о НИР. – М. : ГТУ-МАДИ, 2016. – 230 с.

6 **Галышев, А. Б.** Методика оценки эколого-экономической эффективности велотранспорта в зависимости от интенсивности его использования / А. Б. Галышев, С. В. Шелмаков // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2014. – № 4(39). – С. 107–110.

7 **Шелмаков, С. В.** Опыт реализации в Москве системы городского велопроката (велошеринга) / С. В. Шелмаков, П. С. Шелмаков // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-3. – С. 331–336.

8 **Карасевич, С. Н.** Формирование мобильности в городах / С. Н. Карасевич // Мир дорог. – 2017. – № 07. – С. 66–67.

9 **Трофименко, Ю. В.** Методика оценки эффективности велотранспортной сети крупного города / Ю. В. Трофименко, А. Б. Галышев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. – Т. 18, № 5(5). – С. 948–958.

10 **Карасевич, С. Н.** Планирование развития велотранспортной инфраструктуры в городах Республики Беларусь / С. Н. Карасевич, С. А. Аземша // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Году науки, Гомель, 23–24 ноября 2017 г. / БелГУТ ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель: 2017. – С. 225–226.

11 **Карасевич, С. Н.** Применение зон совмещенного использования для повышения качества организации дорожного движения в городах / С. Н. Карасевич // Транспортное планирование и моделирование : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 26–27 мая 2016 г. ; редкол.: А. И. Солодкий [и др.]. – СПб. : СПбГАСУ, 2016. – С. 67–73.

12 **Карасевич, С. Н.** Организация дорожного движения в контексте устойчивого развития / С. Н. Карасевич, С. А. Аземша // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2017. – № 2 (35). – С. 58–61.

13 **Галышев, А. Б.** Оценка потенциального акустического эффекта от внедрения мероприятий по развитию велосипедного движения в городах / А. Б. Галышев, С. В. Шелмаков // Инновационное развитие современной науки : сб. статей

Междунар. науч.-практ. конф., 30–31 мая 2014 г., г. Уфа. – Уфа : ОМЕГА САЙНС, 2014. – С. 79–85.

14 **Карасевич, С. Н.** Развитие проектных решений по формированию качества уличных пространств и мобильности в городах / С. Н. Карасевич // Организация и безопасность дорожного движения : материалы X науч.-практ. конф. (с междунар. участием). В 2 т., Тюмень, 16 марта 2017 г. ; отв. ред.: Д. А. Захаров [и др.]. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2017. – С. 197–202.

15 **Карасевич, С. Н.** Управление доступом автомобилей к пешеходным пространствам / С. Н. Карасевич // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Году науки, Гомель, 23–24 ноября 2017 г. / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 32–33.

16 **Шелмаков, С. В.** Оценка экономического эффекта, обусловленного сокращением времени передвижения при эксплуатации велотранспортной сети г. Москвы / С. В. Шелмаков, А. Б. Галышев // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2015. – № 2(4). – 2015. – С. 10.

17 **Галышев, А. Б.** Решение экологических и социально-экономических проблем крупных городов путем развития велосипедного движения / А. Б. Галышев, Ю. В. Трофименко // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-3. – 2015. – С. 318–319.

18 **Завьялов, Д. В.** Методика мониторинга воспринимаемого горожанами уровня развития велотранспортной инфраструктуры в г. Москве / Д. В. Завьялов, О. В. Сагинова, Н. Б. Завьялова // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2019. – Т. 10, № 1. – С. 25–34.

19 COPERT. Компьютерная программа для расчета выбросов, создаваемых дорожным движением. Руководство пользователя (версия 9.0) // ЕЕА. – 2012.

20 **Евсеева, А. И.** Мониторинг велосипедного трафика в условиях города / А. И. Евсеева // Государственное управление. Электронный вестник. – 2017. – № 64. – С. 74–80.

Получено 02.11.2022

**S. N. Karasevich, S. A. Azemsha.** Improvements of approaches to the system for monitoring the effects of the development of infrastructure for organization of ecomobility in cities.

Ecomobility implies a complex form of sustainable mobility, which combines the use of non-motorized modes of movement (walking, cycling), with the use of public transport so that people can move in local conditions without using personal light vehicles. Ecomobility is booming in the countries of the European Union. In the Republic of Belarus, insufficient attention is paid to the development of this direction.

The article discusses the results of the analysis of existing methodological approaches to the system of monitoring the effects of activities implemented in the development of pedestrian and bicycle infrastructure. Conclusions and recommendations for improving methodological approaches to the system for monitoring the effects of the development of infrastructure designed for ecomobility in cities are presented. The disadvantages of existing approaches and possible ways of developing the applied techniques are considered. To quantify indicators and indicators of the development of pedestrian accessibility and cycling infrastructure, a comprehensive methodological approach to the monitoring system was used, including periodically conducted statistical, sociological, marketing and field surveys and studies.