

УДК 33

DOI 10.25799/AR.2019.91.2.007

## Сравнительный анализ методов и технологий учета интенсивности велосипедного движения

**Киреева Наталья Сергеевна**

Кандидат экономических наук,  
доцент кафедры предпринимательства и логистики,  
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
115093, Российская Федерация, Москва, переулок Стремянный, 36;  
e-mail: Ns.kireeva@yandex.ru

**Соболев Дмитрий Юрьевич**

Старший преподаватель,  
кафедра предпринимательства и логистики,  
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
115093, Российская Федерация, Москва, переулок Стремянный, 36;  
e-mail: d-soboleff@yandex.ru

Статья подготовлена по результатам научно-исследовательской работы 2017-2018 гг. на тему «Разработка методики оценки интенсивности велосипедного движения и мониторинга использования велосипедной инфраструктуры в городе Москве» (Соглашение № 157-ДТиРДТИ-С от 20.12.2017).

### Аннотация

Развитие современных инструментов измерений интенсивности движения транспортных средств, многообразие целей учета и оценки интенсивности велосипедистов и пользователей других немоторизированных транспортных средств, значительное число подходов и методов, применяемых в российской и зарубежной практике учета интенсивности, приводит к неопределенности при выборе наиболее эффективной методики. В статье проведено сравнение методов учета интенсивности движения велосипедистов и пользователей других немоторизированных средств. Выявлены преимущества и недостатки различных методов. На основании проведенного исследования интенсивности велосипедного движения в г. Москве сделан вывод о том, что в условиях мегаполиса с недостаточно развитой велоинфраструктурой оптимальным методом учета будет являться ручной замер. В дополнение к ручному методу следует использовать данные статистики проката велосипедов и данные мобильных приложений.

### Для цитирования в научных исследованиях

Киреева Н.С., Соболев Д.Ю. Сравнительный анализ методов и технологий учета интенсивности велосипедного движения // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 2А. С. 76-92.

### Ключевые слова

Мониторинг велосипедного трафика, немоторизованные транспортные средства, транспортная инфраструктура, движение велосипедов, велопрокат.

## Введение

Повышение уровня и качества жизни населения – одна из приоритетных задач государства. Качество жизни в городах в значительной степени зависит от эффективности функционирования транспортной системы [Максимова, Данилов, Казанцева, 2017]. Многие города, в частности Москва, очень быстро разрастаются, что требует ускоренного расширения транспортной инфраструктуры.

Сейчас внутри городов наиболее востребован автомобильный транспорт [Безуглая, 2013]. Однако рост числа автомобилей ухудшает экологическую обстановку, увеличивает аварийность, количество дорожных заторов и уровень шума. Альтернативой может стать велосипедный транспорт.

Он имеет ряд неоспоримых преимуществ:

- сокращение вредных выбросов в атмосферу городов;
- снижение уровня шума;
- уменьшение пробок в городе и времени нахождения в них;
- меньшая потребность в парковочных местах, так как на одном машиноместе, можно запарковать несколько велосипедов;
- экономия бюджетных средств на здравоохранение, в результате большей физической активности населения;
- значительная экономия средств на топливе для автомобилей, а также расходных материалов и комплектующих к ним;
- возможность большего живого общения с людьми и изучение новых мест и маршрутов, что повышает туристическую привлекательность городов;
- дает дополнительный стимул для развития сопутствующих отраслей и создает возможности для развития предприятий малого бизнеса;
- более высокая мобильность данного транспортного средства по сравнению с автомобилем [Боровских, 2017].

Поэтому транспортная политика должна включать меры по развитию велосипедного транспорта.

Во многих городах мира развитию велосипедного транспорта уже длительное время уделяется большое внимание.

Проекты по развитию велосипедной инфраструктуры требуют предварительного проведения оценки интенсивности уже существующего велосипедного движения, выявления потребностей велосипедистов, постановки целей и отслеживания выполнения данных целей.

В этой связи актуальной задачей является создание системы мониторинга интенсивности велосипедного трафика.

## Классификация методов учета интенсивности движения велосипедистов

Методы учета интенсивности движения велосипедистов и пользователей других немоторизованных транспортных средств (НТС) основаны на применении технических средств или ручным способом, позволяющих в автоматизированном режиме выполнять учет установленных типов средств передвижения (велосипедов, самокатов и других НТС) на дорогах общего пользования (автодорогах, пешеходных дорожках, велопешеходных дорогах).

Можно выделить несколько способов мониторинга велосипедного трафика в городе [Евсеева, 2017]:

- Ручной подсчет;
- Подсчет с помощью датчиков;
- Анализ записей с камер видеонаблюдения;
- Анализ GPS-треков;
- Анализ данных систем городского велопроката.

На рис. 1 представлена классификация методов учета интенсивности.



Источник: составлено авторами на основе [там же]

**Рисунок 1 – Классификация методов учета интенсивности**

На выбор методов учета интенсивности, помимо целей учета, влияет ряд факторов: возможность учета различных параметров, стоимость процесса учета, качество получаемых данных и другие.

#### *Ручной метод сбора данных*

Ручной метод является одним из основных методов учета интенсивности движения велосипедистов. Замеры проводятся как с использованием механических счетчиков, так и без них (ручные полевые наблюдения). С помощью ручного метода можно получить данные не только о колебаниях трафика, но и информацию о других показателях. Например, о поле и возрасте велосипедистов, наличии у них средств защиты (шлемов), использовании мобильных устройств во время поездки. Учет проводится в одних и тех же точках в разное время суток.

Ручным методом проводится учет интенсивности движения велосипедистов в Австралии и в Канаде.

В Австралии измерения охватывают все основные муниципалитеты страны, всего более 100 точек. Замеры проводятся 2 раза в год: в будний день («супер-вторник») и один раз в выходной

день («супер-воскресенье») для измерения интенсивности движения с разными целями. Помимо измерения численности велосипедистов фиксируются дополнительные характеристики - пол, возрастная группа, направления движения, наличие шлема. Измерениями интенсивности занимаются волонтеры [Bicycle NetWork, www].

Примерно тот же подход используют в Калгари (Канада) [Annual Bicycle Count, www]. Учет ведется волонтерами в 90 точках города в течение рабочего дня (6 часов) в период с мая по сентябрь.

В 2017-2018 г. в г. Москве исследование интенсивности велосипедного движения и движения других НТС проводилось РЭУ им. Г.В. Плеханова. В данном исследовании учет производился в пяти точках учета ручным визуальным методом. Ограничением данного метода учета является возможность отсутствия точки максимума в интервалах замера при кратковременных замерах.

Помимо использования бумажных бланков и механических счетчиков, фиксацию результатов можно производить в специальных мобильных приложениях-счетчиках (рис. 2). Они обеспечивают наиболее точные результаты.



Источник: Мобильное приложение CounterPoint

## Рисунок 2 – Мобильное приложение для ручного сбора данных

Механический счетчик «Кликер» счетчик может применяться для подсчета интенсивности велопотоков нажатием кнопки на счетчике, чтобы не использовать ручку и бумагу для их записи или чтобы не держать эти числа в уме. Диапазон счета от 0 до 9999.

Мобильное приложение-счетчик работает по принципу «кликера», однако позволяет учитывать различные виды транспортных средств, категории велосипедистов, возраст.

Для исследования интенсивности велосипедных потоков можно использовать «счетчики посетителей», используемые, как правило, для проведения маркетинговых исследований в торговых центрах.

Счетчик посетителей «SM Counter» – малогабаритное автономное устройство, которое применяется, в основном, для подсчета числа посетителей в магазинах (в торговых и выставочных центрах, библиотеках, парках и других местах), устанавливается в местах скопления пешеходов (входы и выходы в торговые залы, парки и т.д.), служит для сбора информации при проведении маркетинговых исследований. Это профессиональная разработка на современной микропотребляющей импортной элементной базе, полностью автономен, не требует внешнего питания, работает от батареек. Он легко устанавливается и переустанавливается при смене арендуемых торговых точек, после демонтажа не портит интерьер. Данное устройство имеет ряд преимуществ, к которым следует отнести: полную автономность; отсутствие необходимости прокладки проводов; легкость установки (технология plug & play); наличие индикации отсутствия сигнала/помех; возможность установки на противокражные системы (в том числе на электромагнитные); возможность контроля за несанкционированной коррекцией данных, просмотр необнуляемого нарастающего итога; не требует обслуживания, необходима только замена недорогих батареек. Недостатками данного устройства является риск высокой погрешности измерений; не различает велосипедистов и пешеходов; может быть установлен только на велодорожках, в местах, где нет движения пешеходов.

#### *Автоматизированные методы учета данных*

Широкое применение находят методы учета интенсивности с применением специализированных датчиков, которые позволяют в on-line режиме производить учет велосипедистов с высокой точностью. В зависимости от применяемой технологии различают пневматические, пьезоэлектрические, волоконно-оптические, индукционные, инфракрасные, лазерные, магнитные и пр.

*Пневматические датчики* предполагают использование специальной пневмотрубки, уложенной поперек проезжей части. Типовая конфигурация установки трубок состоит в том, чтобы разместить две трубки перпендикулярно направлению движения и расположить их на расстоянии друг от друга. Поскольку колесные транспортные средства проезжают по трубкам, направление может определяться последовательностью «ударов» трубки. Скорость транспортного средства может определяться по времени срабатывания трубки, а классификация транспортного средства определяется путем измерения расстояния между осевыми линиями. Идеальными местами являются те, где есть только велосипедное движение, однако в некоторых случаях можно производить установку на проезжей части, с движением автотранспорта. Пневматические датчики могут применяться как для кратковременных, так и для долговременных замеров. При относительной простоте фиксации, данная технология учета интенсивности требует специализированного монтажа и регулярного контроля за работоспособностью устройства для обеспечения достаточной точности измерений. Пневматические датчики работают в большинстве погодных условий, хотя снег или образование льда вокруг трубки могут привести к тому, что трубка не сжимается и не создает давление воздуха для регистрации воздействия. Снегоуборочные и поливальные машины также могут нарушить работоспособность датчиков, что является одним из недостатков применения этой технологии.

Монтаж пневматических трубок требует тщательного подбора места для исключения возможности парковки или остановки транспортного средства (вблизи переходов или светофоров) на месте прокладки датчика. Не следует производить их установку на рельефной местности и крупных перекрестках, где пользователи меняют направление движения и скорость.

Данные пневматических датчиков могут автоматически собираться регистратором данных, прикрепленным к трубкам. В зависимости от типа детектора, данные могут загружаться на веб-сервер, ноутбук или Android-устройство. Важно убедиться, что у устройства записи данных достаточно памяти для хранения информации в течение требуемого интервала сбора данных.

*Микроволновые детекторы* используют радиоволны для обнаружения велосипедов и пешеходов. В зависимости от модели выбранного детектора они могут считать велосипеды и пешеходов отдельно, вместе или пропускать тот или иной объект. Можно использовать один детектор, расположенный рядом с траекторией движения, или двойной детектор с сигналом и приемником, установленным с каждой стороны контролируемого объекта. Детекторы требуют минимального обслуживания, но требуют проверок уровня заряда батареи и / или электрического соединения, а также наличия признаков вандализма или несанкционированного доступа.

*Индукционные петли* позволяют определить металлические объекты, индуцирующие ток в петлях, установленных под дорожным покрытием. Данные регистрируются устройством, расположенным рядом с точкой сбора данных. Эта технология не может использоваться для обнаружения пешеходов. Индукционные петли помещаются в проезжей части, что позволяет размещать их на велосипедных дорожках, на тротуарах или на многоцелевых дорожках. Поиск мест, где петля будет определять движение, имеет решающее значение, поэтому велосипеды не должны ездить за пределами зоны обнаружения. В зависимости от производителя может потребоваться источник питания, который может ограничивать места развертывания.

*Инфракрасные детекторы* используют инфракрасный спектр излучения для обнаружения велосипедов и пешеходов. В зависимости от типа выбранного детектора, он может быть активным инфракрасным или пассивным инфракрасным. Для активного инфракрасного диапазона требуется установка приемника и передатчика с каждой стороны зоны обнаружения, а велосипеды или пешеходы обнаруживаются при пересечении инфракрасного луча. Пассивный инфракрасный луч — это технология установки одного детектора на стороне дороги, которая идентифицирует изменения температуры при движении велосипеда или пешехода через зону обнаружения. Эта технология обычно не различает типы пользователей; для таких случаев необходимо использовать дополнительную технологию фиксации данных.

*Метод видеофиксации (видеонаблюдение)* основан на применении камер, обладающих функционалом фиксации объемов и интенсивности велосипедного движения. Видеофиксация сегодня является одним из технологичных и перспективных способов мониторинга велосипедистов в городе. Видеокамерами в настоящее время оборудованы перекрестки и дороги общего пользования, рекреационные зоны и жилые кварталы для оперативного слежения за транспортной ситуацией и порядком в городе. Помимо стандартной информации о скорости, интенсивности, загруженности и наличии на дороге чрезвычайных ситуаций, камеры способны анализировать определенные данные в автоматическом режиме. Накопленный опыт интеграции видеомониторинга со средствами управления дорожным движением может быть использован для мониторинга интенсивности велотранспортного движения. При определенном уровне развития технологий обработки данных видеокамер можно будет отслеживать не только

интенсивность и объем трафика НТС, но и фиксировать основные нарушения правил дорожного движения, как, например, движение в противоположном направлении или в неполюженном месте. Функция обнаружения присутствия велосипедиста перед перекрестком или на пешеходной дорожке без спешивания позволит повысить общую безопасность дорожного движения.

С помощью записей с камер видеонаблюдения можно провести анализ движения велосипедистов в ручном режиме. Замеры могут производиться как в непрерывном режиме, так и в определенные отрезки времени. Для этого следует определить временные интервалы, в которые будет производиться подсчет, выявить тренд и использовать метод экстраполяции для дальнейшего прогнозирования. Целесообразно замерять объем велосипедного трафика в пиковое и непиковое время в течение дня, в будние и выходные дни, в условиях хорошей и плохой погоды. Такой способ обходится дешевле, но точность подсчета значительно снижается.

Применение видеофиксации целесообразно при длительных непрерывных замерах, но требует специального программного обеспечения автоматизированной обработки снятых сюжетов, либо дополнительных временных и трудовых затрат при подсчете числа велосипедистов вручную.

Одним из выводов мониторинга использования велосипедов в Шотландии [Annual Cycling Monitoring Report, www] в 2016 г. было обязательное использование автоматических счетчиков интенсивности на основных направлениях велодвижения для регистрации его динамики.

В 2017-2018 г. РЭУ им. Г.В. Плеханова проводило исследование интенсивности движения велосипедистов и пользователей других НТС в г. Москве. В настоящем исследовании обрабатывались видеоролики, предоставленные Департаментом транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы (ДТиРДТИ). Обработка видеороликов проводилась вручную. Минусом данного метода стало то, что камеры (12 точек) установлены на достаточно большой высоте, поэтому не позволяли выявить половозрастные характеристики велосипедистов и наличие у них средств защиты. В перспективе необходимо рассмотреть возможность установки камер видеонаблюдения на высоте, обеспечивающей возможность распознавания велосипедистов и пользователей других НТС в потоке пешеходов и автомобилей.

Требование длительных непрерывных измерений с высоким качеством данных повышает стоимость измерений. Ручные измерения не целесообразны при длительных непрерывных измерениях, но являются незаменимыми при оценке характеристик или атрибутов велосипедистов. Компромиссное решение может быть выбрано на основании *табл. 1* и на *рис. 3*.

**Таблица 1 – Технологии учета интенсивности движения НТС**

Технология	Типовое применение	Сильные стороны	Ограничения
Индукционные петли	Продолжительные замеры (установка под дорожным покрытием или в распилы) Краткосрочные замеры (лента на покрытие) Только велосипеды	Точные данные при правильной установке и настройке оборудования	Может вести подсчет только велосипедистов Установка в дорожное покрытие требует использовать профессиональное оборудования для создания разрезов или установки петель до нанесения дорожного покрытия Возможность ошибочных подсчетов при проезде групп велосипедистов Возможность интерференции с другим электрическим оборудованием

Технология	Типовое применение	Сильные стороны	Ограничения
Микроволновой датчик	Кратко- или долгосрочные замеры Велосипедисты и пешеходы вместе	Способность вести подсчет велосипедистов на выделенных велодорожках или полосах движения	Недостаточно предложений на рынке коммерческих приборов Ограничение в дальности замера
Захват видеозображения – автоматический анализ	Кратко- или долгосрочные замеры Велосипедисты и пешеходы раздельно	Возможность большей точности подсчетов в областях плотного дорожного трафика в сравнении с ручным подсчетом	Обычно дороже для отдельной установки оборудования Алгоритмы распознавания требуют дальнейшего развития и совершенствования
Активный ИК датчик	Кратко- или долгосрочные замеры Велосипедисты и пешеходы вместе	Относительно портативная технология Малозаметная, не привлекающая внимание	Не может различать пешеходов и велосипедистов, кроме случаев комбинирования с другой технологией распознавания велосипедистов Очень сложно использовать на велодорожках или комбинированных полосах движения Возможность ошибочных подсчетов при проезде групп велосипедистов
Пассивный ИК датчик	Кратко- или долгосрочные замеры Велосипедисты и пешеходы вместе	Портативная с легкой установкой Малозаметная, не привлекающая внимание	Не может различать пешеходов и велосипедистов, кроме случаев комбинирования с другой технологией распознавания велосипедистов Очень сложно использовать на велодорожках или комбинированных полосах движения; требует тщательной установки и настройки оборудования При высоких температурах окружающей среды (около 30+ Цельсия) может давать больше ошибочных срабатываний Возможность ошибочных подсчетов при проезде групп велосипедистов Прямой солнечный свет на датчике может приводить к ошибочным срабатываниям
Пневмотрубки	Краткосрочные замеры велосипедистов (только)	Относительно портативная, низкотратная технология Можно использовать уже установленное оборудование для подсчета как моторизованного транспорта, так и немоторизованного транспорта	Может вести подсчет только велосипедистов О трубки можно споткнуться Большой риск вандализма и повреждения оборудования Невозможно использовать в зимних условиях

Технология	Типовое применение	Сильные стороны	Ограничения
Захват видеоизображения – ручной анализ	Краткосрочные замеры Велосипедисты и пешеходы раздельно	Меньшие затраты, если использовать уже установленные видеокамеры	Ограничено краткосрочным использованием Ручной анализ видеоданных представляет собой очень трудозатратный процесс
Ручной подсчет	Краткосрочные замеры Велосипедисты и пешеходы раздельно	Можно использовать для подтверждения данных, полученных автоматическими методами	Удобно для краткосрочных замеров; в случае долгосрочных замеров высокие трудозатраты.

Источник: составлено по Report January 2017 Bicycle and Pedestrian Data Collection Manual [Report January 2017, www]

Длительность учета интенсивности	Технология	Велосипедисты	Пешеходы	Пешеходы и велосипедисты вместе	Пешеходы и велосипедисты раздельно	
Постоянный учет интенсивности	Индукционные петли	■			■	■
	Магнетометр	■				
	Датчик давления	■				
	Микроволновой датчик	■				
Продолжительный учет интенсивности	Система автоматической записи видеоизображения		■	■	■	■
Краткосрочные измерения	ИК датчик (активный/пассивный)	■	■	■	■	■
	Пневмотрубки	■			■	■
	Комбинированные технологии	■	■	■	■	■
	Ручная запись видеоизображения	■	■	■	■	■
	Наблюдатели	■	■	■	■	■

высокая эффективность   
 средняя эффективность   
 низкая эффективность

Мобильные приложения (GPS данные)

### Рисунок 3 – Принципы выбора технологий учета интенсивности движения НТС

Современным инструментом подсчета велосипедистов является анализ GPS-данных об их перемещениях. Такие данные называются треками и собираются специализированными приложениями для смартфонов (Strava, Cyclemeter и пр.), фитнес-браслетами и умными часами, а также транспортными навигаторами (Citymapper, Google Maps, Yandex и пр.). Поскольку анализ GPS-данных позволяет выявить наиболее популярные маршруты, он является перспективным инструментом при планировании новой инфраструктуры.

Среди популярных мобильных приложений, используемых велосипедистами, на сегодняшний день среди наиболее популярных можно выделить следующие системы: «Strava», «My tracks», «Endomondo», «Aerobia», «Runstatic<sup>1</sup>. Все системы, кроме «Aerobia», являются зарубежными разработками.

Использование GPS данных позволяет сформировать тепловые карты, отражающие интенсивность движения велосипедистов. На рис. 4 представлен образец тепловой карты, созданной лабораторией Strava.



Источник: данные Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы

#### **Рисунок 4 – Пример визуализации GPS-треков велопоездки, приложение STRAVA**

С помощью данной карты можно проследить объем и динамику велосипедных поездок с точностью до улиц. Такие данные как маршруты и продолжительность треков, как правило, предоставляются на коммерческой основе.

Следует отметить, что Strava – это спортивное приложение, целевой аудиторией которого являются велосипедисты со спортивными целями и характером поездки, поэтому часть аудитории в нем не учитывается. Однако GPS-данные имеют значительный потенциал, поскольку их поставщиками могут стать операторы мобильной связи. Результаты исследований по применению GPS-данных представлены в работе G. Romanillos, M.Z. Austwick, D. Ettema, J. De Kruijf [Romanillos et al., 2015].

---

<sup>1</sup> На основе информации сайтов <https://www.velomesto.com>, <https://www.velofans.ru>, <https://provelik.ru>.

Достоинством GPS-данных является: (1) удобство подключения; использование крупных компьютерных сетей для анализа данных; (2) оценка большого количества пользователей; (3) прокладываемые маршруты и их интенсивность; (4) высокий радиус охвата исследований по территории др.

Основными недостатками, ограничивающими применение GPS-данных является: (1) незначительное число российских разработок; (2) не все системы, в том числе и зарубежные, осуществляют анализ данных; (3) невозможность оценить дополнительные характеристики пользователей и состояние инфраструктуры. Сравнительная характеристика инструментов измерений GPS-данных представлена в табл. 2.

**Таблица 2 – Характеристика инструментов измерений GPS-данных**

Характеристики	«Strava»	«My tracks»	«Endomondo»	«Aerobia»	«Runstatic»
Количество пользователей	+самое крупное число	- не развита социальная составляющая	+ достаточное число пользователей	-слабо учитывается количество пользователей	- плохо русифицирована
Удобство подключения	+самое расширенное	+удобная система	-сложное подключение	+быстрое подключение и хороший дизайн	+удобное подключение
Удобство функционала	+ можно задавать ритм, маршрут; заезд автоматически подключается к любой системе GPS	+запишет путь и сохранит на сервере Гугл	+может отслеживать маршруты, составлять единичные и групповые; подключить систему оповещения «количество пройденных километров за определенный период»	+российская разработка; составление маршрута	-мало маршрутов по России;

Для мегаполисов целесообразна разработка специального приложения, позволяющего вести учет перемещений велосипедистов по улицам города. Данное приложение устанавливается на смартфоны пользователей велосипедов и должно иметь доступ к данным GPS, информацию о текущей погоде и ее прогнозных значениях, возможность запуска и остановки вручную, а также автоматического учета перемещений на велосипеде (критерий – скорость перемещения с совмещением по геолокации с маршрутами велодорожек). Для Москвы важна интеграция информационного обеспечения для велосипедистов (наличие ближайших парковок, системы велопроката, центров оказания сервисных услуг и др., типов велодорожек при перемещении по проложенному маршруту и др.) с информацией для перемещения по городу с применением общественного транспорта.

Позиционирование данного приложения возможно проводить среди пользователей, стремящихся к здоровому образу жизни, а также среди горожан, равнодушных к развитию родного города, например, пользователей приложения «Активный гражданин». Стимулированием для установки такого приложения может быть накопление бонусов на карту «Тройка» для последующей оплаты велопроката или пользования маршрутами городского транспорта.

Данное приложение кроме основных навигационных функций должно иметь возможность измерять:

- реальные маршруты перемещения пользователей;
- скорость перемещения;
- длительность и частоту остановок на маршруте следования;
- длительность велопоездки;
- погодные условия (в разрезе температуры, осадков, ветра);
- перепады высот на маршруте следования
- идентификацию НТС (велосипед, самокат и др.);
- идентификацию собственности на НТС (собственный, прокатный).

Установление зависимостей между этими данными позволит проектировать более эффективную велоинфраструктуру города Москвы.

#### *Данные систем городского велопроката*

При наличии в городах системы проката интенсивность движения велосипедистов может отслеживаться по данным, имеющимся в распоряжении компаний, реализующих деятельность в сфере проката велосипедов. Ограничением в этом случае является необходимость соблюдения коммерческой тайны юридической возможности использования личных данных пользователей.

Оценка перемещений велосипедистов города Москвы может базироваться и на основе анализа данных городского велопроката.

В этом случае данные собираются в разрезе:

- точка, где велосипед получен в прокат;
- точка, где велосипед возвращен в прокат;
- количество уникальных пользователей;
- продолжительность велопоездки.

Соотношение точек получения и возврата позволяет выявить характер поездки (транспортная или прогулочная). Спортивные поездки в данном случае не принимаются во внимание, т.к. в основном, совершаются на собственных спортивных велосипедах. Поездки, целью которых является поддержание спортивной формы, в данном случае относятся к категории «прогулочные». Коэффициент получения-возврата может быть рассчитан по формуле:

$$\text{Коэффициент получения-возврата} = \frac{\text{Количество полученных велосипедов}}{\text{Количество сданных велосипедов}}$$

Измерение коэффициента получения/возврата проводится ежедневно и рассчитывается по каждой точке велопроката.

Если значение коэффициента больше единицы, то точка пользуется большой популярностью для получения велосипедов, если меньше – то велосипеды чаще сдают, чем получают. В идеале значение коэффициента получения-возврата должно стремиться к единице.

На получение и возврат влияют:

- наличие или отсутствие маршрутов городского транспорта;
- удобное расположение точки велопроката (в местах концентрации потенциальных пользователей велопрокатом – рекреационные зоны, станции метро, туристические маршруты);
- наличие удобной велоинфраструктуры (велодорожки по направлению в центр/из центра, отсутствие необходимости переходить улицу или ждать светофоров);

– перепад высот (на точках с большей высотой над уровнем моря велосипеды чаще получают, чем сдают).

Данные по уникальным пользователям велопроката позволяют также определить характер поездки (транспортная, прогулочная, спортивная).

Коэффициент уникальности пользователей рассчитывается по формуле:

$$\text{Коэффициент уникальности пользователей} = \frac{\text{Количество уникальных пользователей}}{\text{Количество пользователей}}$$

В точках, где количество уникальных пользователей выше, выше и степень поездок, совершаемых с целью прогулки. Чем коэффициент уникальности ниже, тем выше вероятность совершения поездок с транспортной целью.

Влияние погодных условий существенно в основном для поездок, совершаемых с прогулочной целью. Также вероятность совершения прогулочных поездок выше в выходные дни.

Опыт анализа статистики проката велосипедов в Москве продемонстрировал возможность использования этой информации для визуализации наиболее популярных направлений, продолжительности, интенсивности перемещений внутри района или между районами.

### **Анализ данных учета интенсивности движения велосипедистов и других пользователей НТС**

Анализ результатов учета интенсивности основывается на точной идентификации места учета и достоверности данных.

Идентификация места учета – это максимально точное описание места учета с указанием географических координат, адреса (улицы) и характеристик точек учета. Она заключается в присвоении уникального ID-номера точке учета и необходима для систематизации и обработки данных, полученных во время наблюдений, а также для отслеживания динамики велосипедного трафика по годам.

В соответствии с выбранными точками учета и при идентификации на следующем шаге следует провести статистический анализ данных, а также процесс архивирования и результатов анализа для последующего совместно использования, причем данный процесс должен быть строго регламентирован, что позволит в последствии наиболее эффективно осуществлять планирование, разработку и принятие решений по развитию велотранспортной инфраструктуры.

Важным шагом в процессе учета интенсивности и достоверности полученных результатов является проверка валидации – это систематический процесс обеспечения точности подсчетов, которые собираются и записываются. Несмотря на то, что особое внимание уделяется проверке точности учета непрерывных измерений с помощью автоматических датчиков, рекомендуется выполнять проверку и при ручном методе измерения, контролируя наличие у волонтеров исправных счетчиков, соблюдение ими техники безопасности и инструкций проведения замеров и др. Инструкция для волонтеров, осуществляющих учет интенсивности НТС, является неотъемлемой частью методики учета интенсивности [Статистика проката велосипедов в Москве, [www](http://www)].

Проверка счетчиков включает действия по (1) подтверждению операций счетчика и (2) по идентификации и коррекции систематического отклонения счетчика. Эти процедуры обычно проводятся в процессе установки датчиков, а затем регулярно повторяются при проверке устройств. Например, производители Eco-counter используют программное обеспечение,

специально предназначенное для проверки датчиков в полевых условиях. Регламент проверки работоспособности датчиков определяется типом применяемого оборудования. Независимо от типа датчика быть определена персональная ответственность за установку и регулярный мониторинг работоспособности оборудования. Обеспечение качества / Контроль качества (QA/QC) – важный элемент управления процессом учета интенсивности. Следует отметить, что, если для моторизованного транспорта процедура выявления неисправности датчиков любого типа известна и хорошо отработана (как правило используется следующая логика: длительный период нулевого трафика указывает на потенциальные проблемы). Для НТС периоды нулевого трафика могут быть вызваны разными причинами (низкой температурой, сильным ветром, аномальной жарой, мероприятиями в зоне велодорожек и их временным закрытием и др.), то используемая для моторизованного транспорта логика в данном случае оказывается непригодной. В настоящее время для обеспечения качества и контроль качества учета интенсивности НТС рекомендуются осуществлять визуальный контроль оборудования и сопоставление данных автоматизированного учета с выборочными ручными замерами.

Даже при прохождении плановых проверок оборудования данные, формируемые автоматическими средствами учета интенсивности требуют предварительной очистки для исключения существенных искажений. Независимо от конкретных процедур, используемых для QA/QC, необходимо сохранить копию исходного набора данных, так и отслеживать все действия по редактированию, чтобы пользователи могли понять, как изменялись данные.

Анализ данных включает в себя множество процедур, используемых для информирования о планировании, разработке и принятии решений. Наиболее распространенные из этих процедур включают в себя вычисление стандартных статистических данных, используемых в технике дорожного движения, таких как пиковый часовой объем и оценка коэффициентов корректировки из данных непрерывного мониторинга для целей расчета таких мер, как ежегодный среднесуточный трафик. Эти процедуры хорошо разработаны для моторизованного трафика, и существуют стандартные подходы для сравнения и вычисления данных и определения коэффициентов коррекции и экстраполяции. Стандартные подходы могут быть адаптированы для анализа интенсивности движения пользователей НТС, но поскольку активность перемещения пользователей зависит от осадков и температуры воздуха, разрабатываются новые процедуры, которые учитывают это ежедневное и сезонное колебание. Например, активное применение НТС наблюдается в теплые, сухие и солнечные дни, понижение активности – в холодные и снежные дни. Если эти погодные эффекты не отражены в методах экстраполяции, оценки интенсивности НТС могут включать ошибку.

Стандартная описательная статистика, используемая при планировании и проектировании транспорта, включает средний суточный трафик, среднегодовой суточный трафик и интенсивность движения в пиковые часы. Статистика, такая как пиковый час, часто рассчитывается для каждого дня недели в каждом месяце года, как средние значения для будних и выходных дней в каждом месяце года или для сезонов. Например, средние рабочие часы в будние дни в летние месяцы могут быть полезны в инженерных анализах для определения контроля за движением на перекрестках.

Выбор статистических показателей варьируется в зависимости от нескольких факторов, включая продолжительность измерений, качество данных, тип параметров отчетности, доступных на определенных устройствах, и использования определенных приложений для обработки данных при автоматизированном учете.

Пиковая интенсивность движения – это максимальный объем трафика, создаваемый в определенном месте. Пиковые объемы могут быть определены как для определенного времени

суток, так и для месяцев или сезонов и часто определяются целями типичных поездок для конкретной точки учета.

Время, в котором происходит пиковый объем интенсивности движения, может зависеть от типа основного пользователя (молодежь, люди среднего и старшего возраста, дети), типа объекта (уровень развития велосипедной инфраструктуры) и характера прилегающих территорий (промышленная зона, рекреационная зона, жилой квартал, исторический центр и др.), цели поездки и места движения велосипедистов. Кроме того, на интенсивность движения влияют погодные условия и время года, что не характерно для моторизованного движения. В настоящее время ученые во всем мире создают корректирующие модели, учитывающие влияние этих факторов. Проблема состоит в том, что необходимо иметь достаточное количество наблюдений для создания моделей с учетом корректирующих факторов и сопоставления моделей экстраполяции с постоянным мониторингом точек измерения в короткий период.

Коэффициенты корректировки представляют собой статистические данные или коэффициенты, полученные из результатов непрерывного мониторинга, чтобы экстраполировать результаты краткосрочного мониторинга в оценки результатов долгосрочного мониторинга.

### Заключение

Проведенное исследование и анализ зарубежных практик позволяет заключить, что в условиях мегаполиса с недостаточно развитой велоинфраструктурой оптимальным методом учета интенсивности велосипедного движения является ручной метод. Ограничением данного метода учета является возможность отсутствия точки максимума в интервалах замера при кратковременных замерах. Среди технических средств, используемых при данном методе учета, наибольшую точность обеспечивают специальные мобильные приложения.

Недостатки методов учета интенсивности велосипедного движения с помощью специализированных датчиков не позволяют использовать их в городах с недостаточно развитой велоинфраструктурой.

Метод видеофиксации также не является достаточно эффективным, поскольку существующий уровень развития технологий обработки данных видеокamer не позволяет распознать велосипедистов и пользователей других НТС в потоке пешеходов и автомобилей. Анализ движения велосипедистов в ручном режиме с помощью записей с камер видеонаблюдения не дает возможность выявить половозрастные характеристики велосипедистов и наличие у них средств защиты.

В дополнение к ручному методу следует использовать данные статистики проката велосипедов и мобильных приложений. Эта информация позволяет визуализировать наиболее популярные направления, продолжительность, интенсивность перемещений внутри района или между районами.

### Библиография

1. Безуглая Е.В. Значение социальной инфраструктуры для социально-экономического развития региона // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 272-274.
2. Боровских О.Н. Развитие велоинфраструктуры как решение транспортных и экологических проблем современного города // Российское предпринимательство. 2017. № 15. С. 2263-2276.
3. Евсеева А.И. Мониторинг велосипедного трафика в условиях города // Государственное управление. 2017. № 64. С. 82-108.

4. Завьялов Д.В. и др. Концепция и структура мониторинга велотранспортной инфраструктуры в г. Москве // Российское предпринимательство. 2018. Т.19. №4. С. 1273-1288.
5. Максимова С.М., Данилов С.В., Казанцева С.Ю. Определение социального эффекта развития велотранспортной инфраструктуры мегаполиса // Экономика и предпринимательство. 2017. №11 (88) С. 584-588
6. Статистика проката велосипедов в Москве. URL: <https://urbica.github.io/bikes>
7. Annual Bicycle Count. URL: <http://www.calgary.ca/Transportation/TP/Pages/Cycling/Bike-Data.aspx>
8. Annual Cycling Monitoring Report. URL: <https://www.cycling.scot/mediaLibrary/other/english/1113.pdf>
9. Bicycle NetWork. URL: <https://www.bicyclenetwork.com.au/our-services/counts/super-tuesday/76>
10. Plano de Mobilidade. URL: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/apresentacao-planmob\\_1428956826.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/apresentacao-planmob_1428956826.pdf)
11. Report January 2017. Bicycle and Pedestrian Data Collection Manual. URL: <http://www.dot.state.mn.us/research/reports/2017/201703.pdf>
12. Romanillos G. et al. Big Data and Cycling // Transport Reviews. 2015. № 36. P. 1-20.
13. Strategic Plan. URL: <http://www.nycdotplan.nyc/PDF/Strategic-plan-2016.pdf>
14. Urban Mobility Plan. URL: <https://www.barcelona.cat/mobilitat/en/about-us/urban-mobility-plan/fair-mobility>

## **Comparative analysis of methods and technologies for accounting the intensity of cycling**

**Natal'ya S. Kireeva**

PhD in Economics,  
Associate Professor of Entrepreneurship and Logistics Department,  
Plekhanov Russian University of Economics,  
115093, 36, Stremyannyi lane, Moscow, Russian Federation;  
e-mail: [Ns.kireeva@yandex.ru](mailto:Ns.kireeva@yandex.ru)

**Dmitrii Yu. Sobolev**

Senior Lecturer of Entrepreneurship and Logistics Department,  
Plekhanov Russian University of Economics,  
115093, 36, Stremyannyi lane, Moscow, Russian Federation;  
e-mail: [d-soboleff@yandex.ru](mailto:d-soboleff@yandex.ru)

### **Abstract**

The development of modern tools for measuring the intensity of vehicle movement, the diversity of purposes for recording and assessing the intensity of cyclists and users of other non-motorized vehicles, a significant number of approaches and methods used in the Russian and foreign practice of intensity accounting, leads to uncertainty when choosing the most effective methodology. The article compares the methods of accounting for the intensity of movement of cyclists and users of other non-motorized vehicles. The advantages and disadvantages of various methods are revealed. Based on the study of the intensity of cycling in Moscow, it was concluded that in a megacity with insufficiently developed bicycle infrastructure, manual metering would be the best accounting method. In addition to the manual method, you should use bicycle rental statistics and mobile application data. The research and analysis of foreign practices allows us to conclude that in a megacity with insufficiently developed bicycle infrastructure, the best method for accounting for the intensity of cycling is a manual method. The limitation of this method of accounting is the possibility

of the absence of a maximum point in the intervals of measurement for short-term measurements. Among the technical means used in this method of accounting, the most accurate provide special mobile applications.

### For citation

Kireeva N.S., Sobolev D.Yu. (2019) Sravnitel'nyi analiz metodov i tekhnologii ucheta intensivnosti velosipednogo dvizheniya [Comparative analysis of methods and technologies for accounting the intensity of cycling]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 9 (2A), pp. 76-92.

### Keywords

Bicycle traffic monitoring, non-motorized vehicles, transport infrastructure, bicycle traffic, bike rental.

## References

1. *Annual Bicycle Count*. Available at: <http://www.calgary.ca/Transportation/TP/Pages/Cycling/Bike-Data.aspx> [Accessed 12/12/2018]
2. *Annual Cycling Monitoring Report*. Available at: <https://www.cycling.scot/mediaLibrary/other/english/1113.pdf> [Accessed 12/12/2018]
3. Bezuglaya E.V. (2013) Znachenie sotsial'noi infrastruktury dlya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona [The value of social infrastructure for the socio-economic development of the region]. *Molodoi uchenyi* [Young scientist], 10, pp. 272-274.
4. *Bicycle NetWork*. Available at: <https://www.bicyclenetwork.com.au/our-services/counts/super-tuesday/76> [Accessed 12/12/2018]
5. Borovskikh O.N. (2017) Razvitie veloinfrastruktury kak reshenie transportnykh i ekologicheskikh problem sovremennogo goroda [The development of bicycle infrastructure as a solution to the transport and environmental problems of the modern city]. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Russian Journal of Entrepreneurship], 15, pp. 2263-2276.
6. Evseeva A.I. (2017) Monitoring velosipednogo trafika v usloviyakh goroda [Monitoring cycling traffic in the city]. *Gosudarstvennoe upravlenie* [State administration], 64, pp. 82-108.
7. Maksimova S.M., Danilov S.V., Kazantseva S.Yu. (2017) Opredelenie sotsial'nogo efekta razvitiya velotransportnoi infrastruktury megapolisa [Determining the social effect of the development of bicycle transport infrastructure of a megacity]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and Entrepreneurship], 11 (88), pp. 584-588.
8. *Plano de Mobilidade*. Available at: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/apresentacao-planmob\\_1428956826.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/apresentacao-planmob_1428956826.pdf) [Accessed 12/12/2018]
9. *Report January 2017. Bicycle and Pedestrian Data Collection Manual*. Available at: <http://www.dot.state.mn.us/research/reports/2017/201703.pdf> [Accessed 12/12/2018]
10. Romanillos G. et al. (2015) Big Data and Cycling. *Transport Reviews*, 36, pp. 1-20.
11. *Statistika prokata velosipedov v Moskve* [Bicycle rental statistics in Moscow]. Available at: <https://urbica.github.io/bikes> [Accessed 12/12/2018]
12. *Strategic Plan*. Available at: <http://www.nycdotplan.nyc/PDF/Strategic-plan-2016.pdf> [Accessed 12/12/2018]
13. *Urban Mobility Plan*. Available at: <https://www.barcelona.cat/mobilitat/en/about-us/urban-mobility-plan/fair-mobility> [Accessed 12/12/2018]
14. Zav'yalov D.V. et al. (2018) Kontseptsiya i struktura monitoringa velotransportnoi infrastruktury v g. Moskve [The concept and structure of monitoring bicycle transport infrastructure in Moscow]. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Russian Journal of Entrepreneurship], 19, 4, pp. 1273-1288.