

ГИС-МОНИТОРИНГ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ РЕГИОНА: ПОСЛЕДСТВИЯ COVID–19*

Шитова Ю.Ю., Шитов Ю.А., Власов Д.Н., Митрошин А.А.,
Митрошин П.А.

Работа посвящена цифровому мониторингу транспортной автомобильной сети Московской агломерации (МА). Данные собираются автоматически при помощи платформ Яндекс.Карты (Пробки), а затем проводится анализ временных и финансовых потерь поездок работников МА в разрезе различных индивидуальных показателей (длина и направление поездки). Показаны влияние КОВИДных ограничений, асимметрия потерь от расстояния и поездок в пиковое время. Также обсуждаются перспективы методики.

DOI: 10.20537/mce2021econ14

Введение. Мониторинг транспортной системы региона с помощью современных цифровых технологий является важным направлением развития современного мегаполиса в рамках концепции «smart city». Повышение мобильности населения, качество городской инфраструктуры, качество управления развитием городской среды – одна из актуальных тем региональной экономики.

Активное и повсеместное внедрение интернета вещей привело к появлению большого количества информации (Больших данных), анализ которой позволяет решать интересные экономические задачи, и это актуальный современный тренд. Новые научные статьи по анализу ГИС-данных, привязанных к транспорту, появляются практически ежедневно, поэтому их полноценный обзор выходит далеко за рамки настоящей работы и является темой отдельной статьи. Читатель может найти ряд ссылок на аналогичные исследования в нашей предыдущей статье [1]. Отметим лишь очевидный факт, что предлагаемое исследование находится в современном русле использования больших данных, полученных онлайн. Основной его целью является оценка макроэкономического эффекта

* Работа поддержана грантом РФФИ № 19-010-00794.

та от транспортных пробок (по структуре и временной динамике) для каждого жителя в частности и экономики региона в целом.

Методика. Подробно методика исследования изложена в нашей предыдущей публикации [1], поэтому здесь мы ограничимся лишь ее кратким изложением. Сбор данных о состоянии транспортной сети Подмосковья происходит посредством обращения к ГИС-платформе Яндекс.Карты [2] от имени фиксированной группы виртуальных жителей Подмосковья (*базовой выборки* размером 20 тыс. человек), проживающих в 20, 50 и 80 км от Москвы и работающих в Москве (см. рис.1). Тем самым, маршруты базовой выборки равномерно покрывают радиальные дороги область-центр в радиусе 80 км от Москвы, охватывая три основных типа маятниковых трудовых мигрантов (МТМ), совершающих короткие, средние и длинные поездки дом-работа в МО, с целью сравнения показателей этих трех групп.

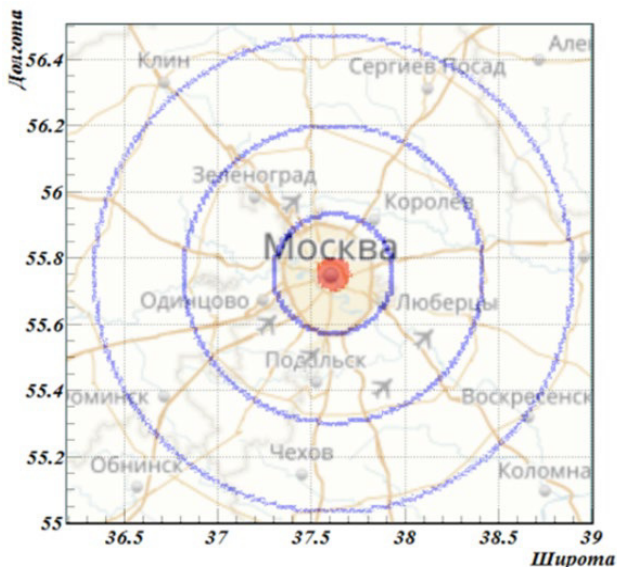


Рис.1. Расположение домов (синие концентрические окружности) и мест работы (красное пятно в центре) для работников тестовой базовой выборки в привязке к карте МО.

Ежечасно от ГИС-платформы Яндекс.Карты мы получаем информацию о времени поездки по маршрутам дом–работа и работа–дом с учетом и без учета пробок для каждого жителя базовой выборке. В совокупности информация по всей выборке (собираемая за 5–10 минут) — есть моментальный снимок состояния транспортной сети на момент времени сбора. Информация собирается в автоматическом режиме через специально реализованный комплекс ПО и сохраняется в базе данных для последующего офлайн анализа.

Основным исследуемым *первичным индикатором* являются индивидуальные потери времени в поездке из-за пробок. Изначально предполагалось, что удельные потери из-за пробок по каждому маршруту из базовой выборки будут рассчитываться по формуле:

$$E = (TP - T0)/L, \quad (1)$$

где TP , $T0$ — время в пути по маршруту L с пробками и без пробок соответственно. Однако, выяснилось, что Яндекс.Пробки [3] не позволяет получить TP и $T0$ *одновременно в одном запросе* для *одного* маршрута L . А в разных запросах даже для фиксированных конечных точек возвращаются *разные* маршруты L (оптимальные на момент запроса по решению системы). Поэтому был применен другой подход — для каждого человека ID из выборки по всем накопленным данным определялось минимальное удельное время его передвижения с учетом пробок:

$$UT_{MIN}^{ID} = \text{МИН}(TP/L), \quad (2)$$

которое и принималось за время поездки без пробок. А потери из-за пробок определяются в относительных единицах как:

$$E_R = UT^{ID}/UT_{MIN}^{ID} \geq 1. \quad (3)$$

Индивидуальные потери членов выборки затем могут пересчитываться в различные агрегированные (усредненные) показатели, в зависимости от различных поставленных задач.

Результаты. Сбор информации был запущен в конце 2015 г., а с ноября 2019 г. после всех настроек и отладок ПО осуществляется полномасштабный набор данных, некоторые результаты которого представлены в настоящей работе.

Временные ряды потерь. Один из основных индикаторов — удельные потери поездок жителей Подмоскovie, усредненные по пери-

оду, которым является день, неделя, месяц. На рис.2 для примера показаны средние потери за день по годовой статистике.

График представляет собой богатый паттерн, демонстрирующий различные цикличные зависимости (внутридневные, внутригодовые), ярко выраженный эффект «COVID–19», выраженный в падении трафика в период жесткого локдауна и т.д.

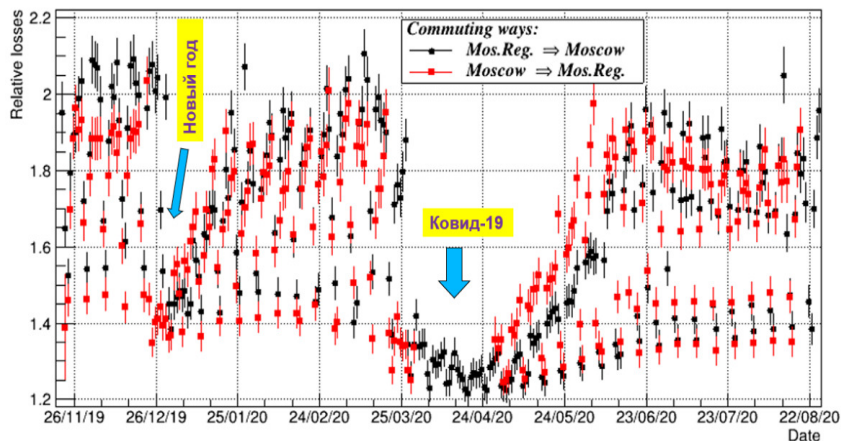


Рис.2. Внутридневные потери на дорогу (относительно поездок без пробок) автомобилистов Подмосковья.

Потери по группам. Динамика потерь (усредненная по неделям) по разным группам выборки показана на рис.3, из которого видно, что основные потери приходятся на группу, проживающую ближе всего. Различия в удельных потерях групп, проживающих в 50 и 80 км от Москвы, существенно меньше, чем отличия от ближайшей к центру группы. Несмотря на то, что последняя группа проезжает наименьшее расстояние от дома до работы, их поездки проходят по наиболее загруженным местам.

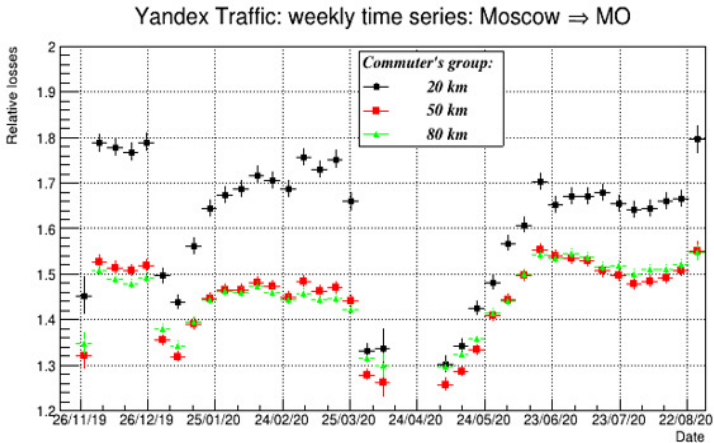


Рис.3. Внутринедельные потери на дорогу работа-дом среди трех групп выборки, проживающих на расстояниях 20 км, 50 км и 80 км от Москвы и работающие в центре.

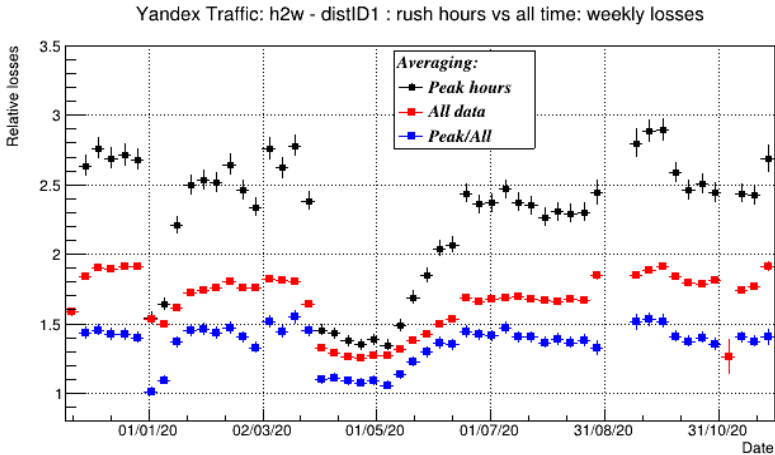


Рис.4. Внутринедельные потери на дорогу дом-работа для группы, проживающей на расстоянии 20 км от Москвы: усреднение по часам пик (черные преимущественно верхние точки), по всем данным (красные преимущественно средние точки) и их отношение (синие преимущественно нижние точки).

Потери в часы пик. Поскольку основные поездки на работу приходятся на часы пик, интересно сравнить потери времени на поездки во время пиковых нагрузок с средними по всем данным. В качестве пиковых часов выбраны рабочие дни с 7 до 11 часов для поездок дом–работа и с 17 до 20 часов для поездок работа–дом. Сравнение показано на рис.4, из которого видно, что потери по поездкам в часы пик примерно в 1.5 раз больше средних и в 2.5 раза больше поездок без пробок.

Заключение. В статье представлены новые результаты оригинальной методики непрерывного ГИС-мониторинга транспортной сети Московской агломерации. Описана корректировка индикатора оценки потерь на поездки. Показана динамика потерь МТМ за 2020 г., в котором ярко выражен эффект, связанный с локдауном от ковида. Показаны результаты потерь в разных группах МТМ. Отдельно показаны эффекты, связанные с поездками в часы пик.

Техника масштабируема, ценность данных растет по мере их накопления. В будущем планируется использовать методы Big Data для целей прогнозирования. Кроме того, планируется визуализация и онлайн-мониторинг, а также автоматическая публикация результатов.

В заключение подчеркнем, что ГИС-анализ данных о дорожном движении — актуальное современное направление не только в научных исследованиях, но и в коммерческих проектах. И эта работа с ее уникальными данными и методами является перспективной, на переднем крае исследований в этом научном направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шитова Ю.Ю., Шитов Ю.А., Власов Д.Н., Митрошин А.А., Митрошин П.А.* ГИС-технологии мониторинга транспортной системы региона на примере Подмосковья // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов / Математика. Компьютер. Образование: Сб. научн. трудов. Выпуск 27. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2020. С. 130-138. DOI: 10.20537/mce2020econ13
2. Яндекс-Карты. URL: <https://yandex.ru/maps>
3. Яндекс-Пробки. URL: <http://maps.yandex.ru/traffic>

GIS-MONITORING OF THE REGIONAL TRANSPORTATION NETWORK: CONSEQUENCES OF COVID-19

**Shitova Yu.Yu., Shitov Yu.A., Vlasov D.N., Mitroshin A.A.,
Mitroshin P.A.**

The work is devoted to digital monitoring of the transport automobile network of the Moscow metropolitan area (MMA). Data is collected automatically using Yandex.Maps (Traffic) platforms, and then the time and financial losses of travel by MMA commuters are analyzed in the context of various individual indicators (length and direction of travel). The influence of COVID restrictions, the asymmetry of losses versus distance and travels at peak times are shown. The prospects of the technique are also discussed.