



А.В. Востров, Д.Р. Осипов
Вологодский государственный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ВЕБ-СЕРВИСА «ЯНДЕКС.ПРОБКИ» ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В МАЛЫХ И СРЕДНИХ ГОРОДАХ

В работе приводится сравнение данных скоростей движения транспортных средств на улично-дорожной сети, полученных при помощи сервиса «Яндекс.Пробки», и натурных наблюдений для среднего города Вологда. Проверена точность данных сервиса «Яндекс.Пробки» в условиях ограниченного количества пользователей сервиса.

Геоинформационные системы, оценка скоростей движения, «Яндекс.Пробки», оценка мероприятий организации дорожного движения.

В обязанности местных властей входит функция организации дорожного движения (ОДД) с целью сокращения времени, затрачиваемого на передвижение по улично-дорожной сети (УДС).

Любые мероприятия по ОДД будут иметь свои последствия, которые могут быть: оптимальными – при полном достижении системой поставленных целей, рациональными – при улучшении показателей без полного достижения поставленных целей, и нерациональными – когда состояние системы ухудшилось.

После реализации мероприятий по ОДД необходимо оценить его последствия по следующим показателям:

- увеличение скоростей движения (уменьшение времени проезда участков УДС);
- сокращение заторов;
- повышение пропускной способности УДС (количество проезжающих транспортных средств (ТС) за единицу времени).

Постановка общей задачи формулируется следующим образом: «Определить объективную методику оценки эффективности мероприятий по ОДД».

Для определения эффективности мероприятий по ОДД необходимо сравнить показатели ОДД «до» и «после» реализации мероприятий.

Классическим подходом для решения этой задачи являются методы натурных обследований. Недостатком данного метода является значительная трудоемкость сбора данных при обследовании с применением учётчиков. А преимуществами метода являются: получение данных, максимально приближенных к реальным; возможность использования данных натурных обследований «до внедрения» в качестве исходных данных для проведения расчетов по ОДД; возможность существенно сократить трудоемкости обследования, фактически осуществляя их в автоматическом режиме, полностью нивелируя недостаток метода.

Методы натурных обследований широко применяются на практике и детально описаны в специальной литературе.

Относительно недавно в открытом доступе появилась отечественная система автоматизированного

сбора и обработки данных по скоростям и времени движения «Яндекс.Пробки». В результате своей работы сервис выдает данные о скоростях движения по участкам УДС, которые можно использовать как показатель оценки мероприятий по ОДД.

Преимущества системы «Яндекс.Пробки»:

1. Полная автоматизация сбора и обработки информации, обеспечивающая минимальные трудоемкости получения данных.

2. Практически полное отсутствие необходимых инвестиций для пользователей системы для получения необходимых данных.

Недостатки системы «Яндекс.Пробки»:

1. Сервис не позволяет напрямую получить данные о времени прохождения участков УДС.

2. Сервис не позволяет получить прямые данные о транспортных потоках, необходимых для расчетов по ОДД. Использование опосредованных методов получения этих данных в общедоступной литературе отсутствует.

3. Отсутствуют данные о точности и достоверности данных, получаемых сервисом, а, значит, возможности применения сервиса для поставленной задачи.

Постановка частной задачи работы: «Определить точность и достоверность данных скоростей и времени движения, полученных с использованием сервиса «Яндекс.Пробки», и возможность применить его для решения общей задачи – оценки эффективности мероприятий по ОДД».

Сервис «Яндекс.Пробки» имеет значительный потенциал для оценки мероприятий по ОДД. На заседании Комиссии по ОДД при Администрации г. Вологда (население около 300 тыс. человек) было принято решение использовать сервис для оценки мероприятий по ОДД в городе. При этом, авторы статьи как участники дорожного движения в г. Вологде не могут не отметить значительного несоответствия данных сервиса «Яндекс.Пробки» и реальной ситуации на УДС города.

Ввиду отсутствия официальных данных о достоверности популярного сервиса «Яндекс.Пробки» поставлена задача: оценить его работу.

Для решения данной частной задачи работы необходимо для одного и того же временного отрезка провести натурное обследование и сравнить его с данными сервиса «Яндекс.Пробки».

В качестве объекта исследования выбрана магистральная улица Конева-Герцена в городе Вологда. Предмет исследования – скорости (время) движения по участкам магистрали в утренний «час пик». В исследовании применялись следующие способы оценки:

I. Фиксирование времени проезда участка на контрольном автомобиле.

II. Агрегированное значение скоростей движения, представленное в графическом виде сервисом «Яндекс.Пробки» в день обследования.

III. Статистически обработанные и усредненные значения скоростей на данных участках сервисом «Яндекс.Пробки/статистика» для данных временных интервалов и дней недели.

I. Фиксация времени проезда сечений на контрольном автомобиле.

Для получения данных, максимально приближенных к реальным, на движение автомобиля накладывались следующие ограничения:

- строгое соблюдение правил дорожного движения (пропуск пешеходов, сигналы светофора, скоростной режим и т.п.);

- движение в общем потоке транспортных средств без изменения полосы, за исключением перестроения для последующего поворота/разворота;

- поддержание постоянной дистанции до впереди идущего автомобиля.

Специфика магистрали Конева-Герцена в г. Вологде заключается в том, что движение по полосам (2 в каждом направлении) в среднем практически одинаковое, но по длине маршрута скорость движения по полосам может несколько отличаться ввиду втекающих и вытекающих транспортных потоков с прилегающих территорий и дорог с разных сторон магистрали. Для чистоты эксперимента контрольный автомобиль двигался весь маршрут по одной левой полосе, как большинство ТС – не меняя полосы по участкам, где скорость может быть несколько выше (в пределах до 5-10 легковых автомобилей за цикл работы светофора).

II. Получение данных с использованием сервиса «Яндекс.Пробки».

Принцип работы сервиса основан на получении информации от пользователей: люди, у которых на электронном устройстве включены «Яндекс.Карты» или «Яндекс.Навигатор», с определенной периодичностью посылают информацию о своем местоположении. Эти данные, называемые треки, обезличиваются и анализируются. Из них Яндекс узнает, в каких местах и с какой скоростью сейчас едут машины. Точность данных скоростей движения увеличивается при росте количества пользователей сервиса. «Яндекс.Пробки» показывают пользователям картину загруженности дорог. Для этого сервис собирает из разных источников данные о загруженности улиц, анализирует их и отображает на «Яндекс.Картах». Технология сервиса устроена таким образом, что информацию о пробках собирают в том числе и сами пользователи [1].

При малом количестве пользователей сервиса, характерных для малых и средних городов, возможно получение некорректных данных о скоростях движения по участкам УДС [2].

Для получения данных скоростей движения автомобилями статьи была написана программа, собирающая информацию с сервиса «Яндекс.Пробки» в необходимом объеме и формате.

В работе используется веб-ориентированный язык программирования JavaScript. Данные для расчетов алгоритм получает посредством API (программный интерфейс приложения), источником является сервис «Яндекс.Карты» [3].

В начале на веб-странице конструируется интерактивная карта города Вологда путем создания экземпляра класса `umaps.Map`: `new umaps.Map()`, одним из параметров которого являются координаты центра карты: `59.2279,39.8970`.

Первую часть алгоритма можно назвать расписание. Этот блок программы выстраивает таблицу наиболее необходимых для расчетов временных точек и интервалов. Так, например, в утреннее время, начиная с 7 часов утра, берется короткий промежуток в 5 минут, так как в это время предполагается наибольшая загруженность дорог в первой половине дня. Далее, в 9 часов утра интервал увеличивается до 30 минут и остается таким до 17 часов вечера, когда снова загруженность дорог предполагаемо растет.

Проверка наступления очередного периода реализуется запуском таймера. Таймер срабатывает каждую секунду:

```
this.tm = setInterval($proxy(this.checkNextStart, this), 1×1000),
```

где `this.checkNextStart` – функция проверки необходимости запуска расчета.

При наступлении очередного интервала замеров алгоритм в цикле массива маршрутов обращается к сервису «Яндекс.Карты» для построения пути при помощи метода «`umaps.route`», параметрами которого являются начало и конец маршрута (рис. 1).

```
for (var i = 0; i < points.length; i++) {  
  
    umaps.route(  
        {type: 'wayPoint', point: 'Вологда, ' + $.trim(points[0])},  
  
        {type: 'wayPoint', point: 'Вологда, ' + $.trim(points[1])},  
        avoidTrafficJams: false  
    ).then(function(route) {
```

Рис. 1. Блок построения пути

Следующим блоком алгоритма является детализация маршрута и непосредственный расчет. Каждый план проезда может быть разбит на сегменты (участки пути до светофора, поворота или иного маневра) методом `way.getSegments()`. Алгоритм обходит в цикле массив полученных сегментов, вычисляет длину каждого методом `segments[i].getLength()` в метрах и предполагаемое время на проезд с учетом пробок методом `segments[i].getJamsTime()` в секундах. Из этих двух величин путем деления длины на время получает скорость проезда сегмента. Также при обходе массива вычисляется методом сравнения максимальная и минимальная скорости на маршруте.

Ниже приведены лишь некоторые строки кода программы, отражающие суть описанных вычислений, а описательная, интерфейсная, исполнительная части программы опущены.

```

var way = route.getPaths().get(0), //получение маршрута

    segments = way.getSegments(); //получение сегментов

for (var i = 0; i < segments.length; i++) {

    var length = segments[i].getLength(), //длина

        time = segments[i].getJamsTime(); //время

    var segmentSpeed = speedFormat(length/time); //где speedFormat - функция преобразования
    скорости

    if (!maxSpeed || segmentSpeed > maxSpeed) //поиск максимальной величины скорости

        maxSpeed = segmentSpeed;

    if (!minSpeed || minSpeed > segmentSpeed) //поиск минимальной величины скорости

        minSpeed = segmentSpeed;

```

Рис. 2. Строки кода программы

На заключительном этапе все вычисленные данные, а именно значения скорости, записываются в таблицу с соответствующей временной отметкой (начало интервала). При отображении данных скорость переводится в единицы км/ч с округлением до 5 целых по формуле:

$$\text{Math.ceil}(\text{Math.ceil}(\text{speed} \frac{3600}{1000}) / 5) \times 5,$$

где Math.ceil – функция округления в большую сторону, speed – величина скорости в м/с.

В ходе выполнения программы на интерактивной карте строится маршрут, аналогичный маршруту, построенному пользователем самостоятельно в сервисе «Яндекс.Карты». Каждый построенный маршрут делится на сегменты, где сегментом является участок маршрута (чаще всего прямая), началом и концом которого может является поворот, разворот, существенный маневр, либо начало или конец маршрута.

Величины скоростей, получаемые для каждого маршрута (от определенного адреса до другого), это: минимальная, максимальная и средняя. При этом, полученными и используемыми в расчете данными являются: длина и время проезда каждого сегмента, а также время проезда всего маршрута и общая его протяженность. Поэтому для получения значения скорости используется формула

$$V = \frac{S}{t}, \text{ м/с},$$

где V – скорость движения, м/с;

S – длина сегмента, м;

t – время прохождения сегмента, с.

При этом за минимальную скорость на маршруте принимается минимальное из значений скорости всех измеряемых транспортных средств на всех сегментах

маршрута, за максимальную, – соответственно, максимальное.

Яндекс получая информацию от пользователей системы, фильтрует ее, тем самым отсеивая так называемые «мусорные» треки. Под высказыванием «мусорные» треки понимаются те треки, которые в течение своей истории не разогнались более 5 километров в час, таким образом, Яндекс будет считать это трек за пешехода и будет удалять его, не включая в сбор данных о скорости движения. После того как треки обработаны и прошли фильтрацию, из многих треков, проехавших по одному участку дороги, Яндекс получает одно число – среднюю скорость. Для этого используется разнообразное усреднение.

Среднее же значение скорости на маршруте вычисляется двумя способами: среднее арифметическое значений скорости на всех сегментах для всех измеряемых транспортных средств, или по формуле:

$$V_{\text{cp}} = \frac{S(m)}{t(m)}, \text{ м/с},$$

где $S(m)$ – общая протяженность маршрута;

$t(m)$ – время его проезда маршрута.

Как правило, рассчитанные двумя разными способами средние значения скорости на маршруте совпадают, либо разнятся незначительно.

III. Статистически обработанные и усредненные значения скоростей на данных участках сервисом «Яндекс.Пробки/статистика».

Эти данные были взяты из графического представления результатов сбора и обработки информации сервиса.

Результаты расчетов скоростей и времени движения для участков обследуемого маршрута всеми методами приведено в таблице 1.

Данные обследования скоростей и времени движения

Дата	Показатель		Участок маршрута						
			Начало – остановка Школа	остановка Школа – Конева 13	Конева 13 – Можайского	Можайского – Левичева	Левичева – Яшина	Общая	
	Длина участка, м		690	350	450	660	370	2520	
24.01.2018	Данные замера, мин.		4	2	6	6	2	20	
	Данные с серви- са	Мах скорость	Время, мин.	1,9	0,7	1,1	1,6	0,7	6,0
			Разница с замером	-53%	-33%	-123%	-110%	-33%	-350%
		Мин скорость	Время, мин.	3,6	1,4	5,5	2,6	1,5	14,6
			Разница с замером	-10%	-30%	-8%	-57%	-25%	-27%
		Средняя скорость	Время, мин.	2,1	1,1	2,8	2,0	1,5	9,5
	Разница с замером		-48%	-45%	-53%	-67%	-25%	-53%	
Граф. пред- ставле- ние	Время, мин.		1,38	1,05	1,8	1,98	1,11	7,32	
	Разница с замером		-66%	-48%	-70%	-67%	-45%	-63%	
25.01.2018	Данные замера, мин.		3	5	5	4	5	22	
	Данные с серви- са	Мах скорость	Время, мин.	1,8	1,1	1,1	2,0	1,1	7,1
			Разница с замером	-40%	-78%	-78%	-50%	-78%	-68%
		Мин ско- рость	Время, мин.	5,7	1,4	5,5	5,8	2,2	20,6
			Разница с замером	-90%	72%	-10%	-45%	56%	6%
		Средняя скорость	Время, мин.	2,8	1,4	1,8	3,0	1,5	10,5
	Разница с замером		8%	72%	64%	25%	70%	52%	
Граф. пред- ставле- ние	Время, мин.		1,18	0,7	1,8	1,98	1,11	6,77	
	Разница с замером		61%	86%	64%	51%	78%	69%	
26.01.2018	Данные замера, мин.		3,00	5	5	4	5	22	
	Данные с серви- са	Мах скорость	Время, мин.	2,1	1,1	1,1	2,1	1,5	7,9
			Разница с замером	-30%	-78%	-78%	-48%	-70%	-64%
		Мин ско- рость	Время, мин.	5,7	2,1	5,5	5,4	2,2	20,9
			Разница с замером	90%	-58%	10%	35%	-56%	-5%
		Средняя скорость	Время, мин.	2,8	1,4	2,8	2,2	1,5	10,7
	Разница с замером		-7%	-72%	-44%	-45%	-70%	-51%	
Граф. пред- ставле- ние	Время, мин.		1,18	1,05	1,35	1,98	0,88	6,44	
	Разница с замером		-61%	-79%	-73%	-51%	-82%	-71%	
01.02.2018	Данные замера, мин.		3,00	9	7	4	3	26,00	
	Данные с серви- са	Мах скорость	Время, мин.	2,1	0,7	0,9	2,1	1,5	7,3
			Разница с замером	-31%	-92%	-87%	-47%	-51%	-72%
		Мин скорость	Время, мин.	5,7	1,4	5,5	5,8	2,2	20,6
			Разница с замером	90%	-84%	-21%	45%	-26%	-21%
		Средняя скорость	Время, мин.	2,8	1,1	1,8	2,3	2,2	10,2
	Разница с замером		-8%	-88%	-74%	-43%	-26%	-61%	
Граф. пред- ставле- ние	Время, мин.		1,66	0,7	1,35	1,98	1,11	6,8	
	Разница с замером		-45%	-92%	-81%	-51%	-63%	-74%	
02.02.2018	Данные замера, мин.		3,00	7	7	5	4	26,00	
	Данные с серви- са	Мах скорость	Время, мин.	1,4	0,7	0,9	2,1	1,1	6,3
			Разница с замером	-53%	-90%	-87%	-58%	-72%	-76%
		Мин скорость	Время, мин.	2,8	2,1	5,5	5,4	2,2	18,0
			Разница с замером	-8%	-70%	-21%	9%	-45%	-31%
		Средняя скорость	Время, мин.	2,1	1,4	2,8	2,2	1,5	9,9
	Разница с замером		-31%	-80%	-61%	-56%	-63%	-62%	
Граф. пред- ставле- ние	Время, мин.		1,18	0,6	1,35	1,98	1,11	6,22	
	Разница с замером		-61%	-91%	-81%	-60%	-72%	-76%	

Статистические характеристики сравнения массивов

Дата обследования	Коэффициент корреляции (взаимосвязь между двумя свойствами)	F. Тест (двусторонняя вероятность того, что разница между дисперсиями аргументов незначительна)	T. Тест (вероятность того, что две выборки взяты из генеральных совокупностей, которые имеют одно и то же среднее)	Коэффициент корреляции Пирсона (отражает степень линейной зависимости между двумя множествами данных)
24.01.2018	76,5 %	76,0%	13,7%	76,5%
25.01.2018	-63,2%	12,0%	83,4%	-63,2%
26.01.2018	88,9%	18,6%	85,5%	-64,1%
01.02.2018	-39,7%	67,1%	58,2%	-39,7%
02.02.2018	31,1%	93,3%	15,7%	31,1%

Фактические данные замера отличаются от данных, полученных при помощи сервиса «Яндекс.Пробки»:

- Для максимальной скорости (минимального времени) прохождения маршрута от 64% до 350%;
- Для средней скорости и времени от 51% до 62%;
- Для минимальной скорости (максимального времени) от 5% до 31%;
- Для усредненных данных графического представления сервиса от 63% до 76%.

Наиболее «близки» к фактическим данным натурного обследования значения минимальных скоростей (максимального времени) прохождения участков. В 2 из 5 (40%) дней обследования суммарные результаты прохождения всего маршрута уложились в допустимое для подобных расчетов 10%-ное отклонение. В 3 из 5 (60%) дней отклонение составило более 20%.

Для 2 дней, в которые общее время прохождения маршрута отличалось от данных обследования на 5% и 6%, – прохождение участков маршрута отличалось на +90%, -58%, +10%, +35%, -56% – для 26.01.18 (суммарная разница 5%). Для 25.01.2018 (6% сум-

марная разница) соответственно -90%, +72%, -10%, -45%, +56%.

По данным остальных дней обследования – отличие ещё более существенно.

В таблице 2 приведены статистические оценки сравнения полученных совокупностей данных обследования и минимальной скорости.

Как видно из результатов даже для значений самых близких к результатам обследования – их нельзя принимать как показатель эффективности ОДД.

Литература

1. Лауфер, М. В. Картографические веб-сервисы в России: опыт компании «Яндекс» / М. В. Лауфер // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. – 2010. – № 6. – С. 50–52.
2. Бушуев, М. В. Система ГЛОНАСС и ее применение сервисом ЯНДЕКС.ПРОБКИ / М. В. Бушуев, С. И. Красицкая, Н. В. Федорова // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – Т. 2. – № 11. – С. 284–286.
3. Пользование API Яндекс.Карт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tech.yandex.ru/maps/doc/jsapi/2.1/dg/concepts/index-docpage/>.

A.V. Vostrov, D.R. Osipov
Vologda State University

THE USE OF WEB MAPPING SERVICE «YANDEX.TRAFFIC» TO ASSESS THE EFFECTIVENESS OF TRAFFIC MANAGEMENT IN SMALL AND MEDIUM TOWNS

The work compares data on vehicle speeds on the road network obtained by using the service Yandex.Traffic Jams and field observations for the medium city of Vologda. The accuracy of the data of Yandex.Traffic Jams under the conditions of a limited number of users of the service was checked.

Geoinformational systems, estimation of movement speeds, "Yandex.Traffic Jams", evaluation of traffic management measures.