

**МОНИТОРИНГ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ:
ДЕКОМПОЗИЦИЯ УРОВНЕЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ**

Кандидат техн. наук, профессор **Поляков А.С.**
(Российская открытая академия транспорта. РОАТ-РУТ)
(Высшая школа экономики. ВШЭ)

Заведующий научно-исследовательским отделом **Титов А.Е.**
(ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта. ОАО «НИИАТ»)

Генеральный директор **Трескинский Д.В.**
(ООО «Институт Городского Транспорта»)

**TRAFFIC MONITORING: DECOMPOSITION OF TRAFFIC
SERVICE LEVELS**

Ph.D. (Tech.) Professor **Polyakov A. S.**
(Russian Open Academy of Transport ROAT-RUT)
(Higher School of Economics)

Head of Research Department **Titov A. E.**
(OJSC Scientific & Research Institute of Motor Transport. NIAT)

General director **Treskinsky D. V.**
(LLC «Institute of Urban Transport»)

Уровень обслуживания дорожного движения, мониторинг дорожного движения, организация дорожного движения, транспортная инфраструктура.

Traffic service level, traffic monitoring, traffic management, transport infrastructure.

В статье содержатся рекомендации по организации мониторинга дорожного движения в зависимости от целей и задач, сформулированных в документации по ОДД. Приведены методы мониторинга дорожного движения, сопоставленные с параметрами, характеризующими дорожное движение и эффективность его организации. Отмечено, что моделирование дорожного движения является универсальным способом определения, традиционно регистрируемых параметров и расчетных значений (средней задержки транспортных средств, уровня обслуживания дорожного движения, показателя перегруженности дорог). Приведенные классификационные признаки, диапазоны и соответствующие значения показателей уровней обслуживания предложены для использования при планировании, разработке документации, организации и обследовании дорожного движения, моделировании, реализации и оценке качества мероприятий по организации дорожного движения.

The article contains recommendations on the organization of monitoring of road traffic, depending on the goals and objectives formulated in the documentation on the ODD. The methods of traffic monitoring are compared with the parameters characterizing traffic and the effectiveness of its organization. It is noted that traffic modeling is a universal way of determining the traditionally registered parameters and calculated values (the average delay of vehicles, the level of traffic service, the indicator of road congestion). The given classification features, ranges and corresponding values of service level indicators are proposed for use in planning, documentation development, organization and traffic survey, modeling, implementation and quality assessment of traffic management activities.

Введение

Мониторинг дорожного движения, определяемый¹ регулятором в качестве деятельности по сбору, обработке, накоплению и анализу данных об основных параметрах дорожного движения, количественными и качественными показателями состояния сети дорог и улиц позволяет осуществлять обоснованный выбор мероприятий по организации дорожного движения, направленных на обеспечение эффективности ее состояний.

В развитие положений Федерального закона № 443-ФЗ от 29.12.2017 г. постановлением Правительства РФ № 1379 от 16.11.2018² утверждены «Правила определения основных параметров дорожного движения и ведения их учета», которыми параметры дорожного движения законодательно определяемые основными, классифицированы на характеризующие: дорожное движение, как-то состав транспортного потока, интенсивность, средняя скорость и плотность движения, пропускная

¹ Федеральный закон от 29.12.2017 года № 443 «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», <https://docs.cntd.ru/document/556184613>

² Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2018 года № 1379 «Об утверждении Правил определения основных параметров дорожного движения и ведения их учета», <https://docs.cntd.ru/document/551723828>

способность; и эффективность его (движения) организации, а именно, задержки в движении транспорта или пешеходов; перегруженность дорог, уровни обслуживания движения, временной и буферный индексы.

Мониторинг движения позволяет аккумулировать информацию, необходимую для решения задач в сфере транспортного планирования, выбора методов и средств организации дорожного движения, снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду и т.д. Как правило, под информацией полученной в результате мониторинга понимают данные о характеристиках транспортных потоков: интенсивность, состав транспортного потока, скорость и время движения; задержки в движении транспорта.

Информацию, собранную по результатам мониторинга дорожного движения следует разделять по уровням детализации, начиная от общих характеристик транспортной сети на региональном или федеральном уровне до данных, полученных на локальном участке сети улиц и дорог, в соответствии с чем уместно ранжировать оцениваемые показатели и применяемые инструменты для сбора данных. Полученные показатели используются для оценки сложившегося качества и надежности функционирования транспортной сети на заданном уровне детализации. Как правило, итоговый расчет сводится к получению интегрального критерия – «уровня обслуживания» для обследуемого объекта транспортной сети, где уровень обслуживания выступает качественной мерой ранжирования условий эксплуатации или качества обслуживания [1].

Развитие цифровых технологий и широкое распространение данных навигационных спутниковых систем о движении транспорта позволяет в значительной степени повысить качество организации дорожного движения. Например, для оценки надежности функционирования сетей дорог и улиц могут использоваться треки движения [2; 3] (поступающие, как в режиме реального времени, так в виде архивных данных):

- автомобилей-лабораторий [4];

- подвижного состава общественного пассажирского транспорта [5];
- подвижного состава муниципальных служб;
- автомобилей-такси, каршеринга;
- водителей-волонтеров;
- организаций, осуществляющих мониторинг местоположения своего транспорта [6].

Наличие многочисленных источников информации позволяет существенно снизить трудоемкость и стоимость обследований состояния организации дорожного движения и условий движения транспортных потоков.

Вместе с этим происходит непрерывный рост требований к качеству и достоверности получаемых данных. Перспектива массового применения беспилотных транспортных средств предполагает снижение погрешности поступающих данных о характеристиках транспортных потоков до нуля.

Методы мониторинга и критерии оценки состояния дорожного движения

Оценка эффективности проектных решений на улично-дорожной сети и качества организации дорожного движения являются обязательной составляющей градостроительного и транспортного проектирования [9], а методы оценки и инструменты сбора данных являются компонентом методического обеспечения проектных работ и аналитических исследований в сфере дорожного движения [10].

Методы мониторинга параметров дорожного движения приведены в таблице 1.

Типы объектов транспортной инфраструктуры, на которых осуществляется мониторинг параметров дорожного движения, указаны в таблице 2.

Тип объекта транспортной инфраструктуры определяет способ отображения и представления информации о результатах мониторинга параметров движения.

Основные критерии оценки [11] состояния организации дорожного движения на отдельных элементах сети улиц, дорог представлены в таблице 3.

Таблица 1

Методы мониторинга параметров дорожного движения

Параметр дорожного движения	Методы мониторинга параметров дорожного движения
1	2
Интенсивность дорожного движения и состав транспортных средств	1. Натурные методы 1.1 Визуальный ручной учет на временных пунктах учета 1.2 Визуальный учет по видеоизображениям (в режиме реального времени или видеозаписям) на стационарных или временных пунктах мониторинга 1.3 Автоматизированный учет с применением транспортных детекторов 2. Отчетно-статистические методы (по актуальным данным и материалам, содержащимся в учетных данных, выполненных проектах и исследованиях)
Средняя задержка транспортных средств	1. Расчетные методы (по данным значений времени движения транспортных средств при оценке скорости движения) 2. Методы моделирования дорожного движения
Плотность движения	1. Натурные методы (автоматическое определение стационарными транспортными детекторами на основе занятости транспортного детектора и состава транспортных средств) 2. Расчетные методы (расчет значений плотности на основе значений интенсивности и скорости, полученных в данном месте в этот же промежуток времени) 3. Отчетно-статистические методы (по актуальным данным и материалам, содержащимся в учетных данных, в выполненных проектах и исследованиях) 4. Методы моделирования дорожного движения

Уровень обслуживания дорожного движения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчетные методы <ol style="list-style-type: none"> 1.1 По данным значений времени задержки 1.2 По данным значений скорости движения 1.3 По данным значений плотности движения 1.4 По данным значений интенсивности движения 2. Отчетно-статистические методы (по актуальным данным и материалам, содержащимся в учетных данных, в выполненных проектах и исследованиях) 3. Методы моделирования дорожного движения
Скорость движения транспортных средств	<ol style="list-style-type: none"> 1. Натурные методы <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Автоматизированная регистрация скорости движения отдельных транспортных средств радар-детекторами на временных пунктах мониторинга 1.2 Автоматическая регистрация скорости движения транспортных средств стационарными транспортными детекторами 1.3 Определение скорости движения по данным ГЛОНАСС/GPS треков контрольных транспортных средств (движущихся в режиме «плавающего автомобиля») 1.4 использование больших данных (big data) на основе агрегирования источников информации от стационарных детекторов, навигационных систем, систем мобильной связи 2. Расчетные методы <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Расчет значений скорости движения по результатам визуальной регистрации времени движения отдельных транспортных средств 2.2 Расчет значений скорости движения по результатам визуальной регистрации времени движения отдельных транспортных средств по видеозаписям (в режиме реального времени или видеозаписям) 2.3 Расчет значений скорости движения по данным значений интенсивности движения и плотности движения 3. Отчетно-статистические методы (по актуальным данным и материалам, содержащимся в учетных данных, выполненных проектах и исследованиях) 4. Методы моделирования дорожного движения
Временной индекс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Натурные методы. <ol style="list-style-type: none"> 1.1 По данным значений времени движения контрольных транспортных средств; 1.2 Использование больших данных (big data) на основе агрегирования источников информации от стационарных детекторов, навигационных систем, систем мобильной связи 2. Расчетные методы (по данным значений времени движения транспортных средств при оценке скорости движения) 3. Методы моделирования дорожного движения
Показатель перегруженности дорог	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчетные методы (по данным значений уровня обслуживания дорожного движения) 2. Отчетно-статистические методы (по актуальным данным и материалам, содержащимся в учетных данных, в выполненных проектах и исследованиях) 3. Методы моделирования дорожного движения
Буферный индекс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Натурные методы. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. По данным значений времени движения контрольных транспортных средств; 1.2. Использование больших данных (big data) на основе агрегирования источников информации от стационарных детекторов, навигационных систем, систем мобильной связи 2. Расчетные методы (по данным значений времени движения транспортных средств при оценке скорости движения) 3. Методы моделирования дорожного движения

Таблица 2

Типы объектов транспортной инфраструктуры

Тип объекта транспортной инфраструктуры	Наименование объекта транспортной инфраструктуры
Точечный	Транспортные узлы, площади, железнодорожные переезды, пешеходные переходы
Линейный	Линейные участки дорог, путей сообщения пешеходов, велосипедистов, искусственных сооружений
Сетевой	Сеть улиц и дорог

Критерии оценки состояния организации дорожного движения на отдельных элементах сети улиц, дорог

Участник	Элемент улично-дорожной сети	Критерий оценки
Транспортные средства	Перегон дороги или улицы	Пропускная способность Скорость
	Развязки в разных уровнях	Пропускная способность
	Кольцевые пересечения	Пропускная способность Длина очереди Средняя задержка Суммарная задержка
	Нерегулируемые пересечения	Пропускная способность Длина очереди Доля остановившихся транспортных средств Средняя задержка Суммарная задержка
	Регулируемые пересечения	Пропускная способность Длина очереди Доля остановившихся транспортных средств Средняя задержка Суммарная задержка
	Улично-дорожная сеть	Пропускная способность Время сообщения Количество остановок (при движении по сети) Суммарная задержка
Пешеходное	Тротуары	Пропускная способность Скорость Плотность пешеходного потока
	Нерегулируемые переходы	Средняя задержка Размер очереди (территория, занятая пешеходами)
	Регулируемые переходы	Пропускная способность Средняя задержка Размер очереди (территория, занятая пешеходами)

Как отмечено выше, объектом мониторинга движения могут выступать все активные участники дорожного движения – пешеходы, велосипедисты и водители (опосредованно, через управляемые ими транспортные средства), ограниченные:

- в перемещении по сети улиц и дорог набором правил;
- спецификой организованного движения, характерного для участков и зон сети улиц, дорог.
- условиями движения, в той или иной степени.

Если первое и второе ограничения можно характеризовать, как условно-постоянные, то переменный характер третьего ограничения, распространяемый не только на исследуемый участок или зону сети дорог, но и на всю улично-дорожную сеть в целом, представляет собой процесс, находящийся под сложным синергетическим воздействием.

Таким образом, в зависимости от наблюдаемого участника дорожного движения и участка или зоны сети улиц, дорог, по которому его движение осуществляется, формируются устойчивые релевантные пары, характеризующие уникальными (присущими только им) свойствами, подлежащими учету при воздействии на них изменяющимися условиями движения. Свойства таких релевантных пар, в свою очередь, представлены через уровни обслуживания дорожного движения.

Уровни обслуживания дорожного движения

Уровень обслуживания дорожного движения – комплексный показатель экономичности, удобства и безо-

пасности движения, характеризующий состояние: транспортного потока – по условиям скорости движения и насыщенности ТС; сети улиц и дорог – загруженностью движением.

Приказом Минтранса России от 18.04.2019 № 114³ определен порядок мониторинга дорожного движения, содержательная часть которого включает методы определения уровня обслуживания движения.

В отношении объектов транспортной инфраструктуры применимы три группы методов определения уровня обслуживания (расчетные, отчетно-статистические и методы моделирования), по значениям: времени задержки, скорости, плотности и интенсивности движения⁴.

Как отмечено ранее, уровень обслуживания может быть определен для любого объекта транспортной инфраструктуры. При определении уровня обслуживания используются показатели пропускной способности объектов транспортной инфраструктуры и скорости свободного движения, устанавливаемые расчетом или посредством нормативной, методической или проектной документации на соответствующий инфраструк-

³ Приказ Минтранса России от 18.04.2019 № 114 «Об утверждении Порядка мониторинга дорожного движения», <https://docs.cntd.ru/document/554656123>

⁴ ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог от 17.02.2012, <https://docs.cntd.ru/document/1200092512>; ОДМ 218.2.032-2013 Методические рекомендации по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах от 25.02.2013, <https://docs.cntd.ru/document/1200098289>

турный объект. Уровень обслуживания движения может меняться по длине дороги, для каждого участка в течение суток, месяца, года.

Основными характеристиками уровней обслуживания линейных объектов транспортной инфраструктуры являются (см. таблицу 4):

- коэффициент (уровень) загрузки дороги движением;
- коэффициент скорости движения;
- коэффициент насыщения движением.

Коэффициент загрузки определяется отношением фактической интенсивности движения к практической пропускной способности участка дороги.

Изменение скорости движения при различных уровнях загрузки дорог движением оценивает коэффициент скорости движения (отношение средней скорости движения при рассматриваемом уровне обслуживания к скорости движения в свободных условиях при уровне обслуживания А).

Плотность транспортных потоков оценивает коэффициент насыщения движением (отношение средней и максимальной плотности движения).

Таблица 4

Характеристика уровней обслуживания линейных объектов транспортной инфраструктуры

Уровень обслуживания	Коэффициент загрузки	Коэффициент скорости движения	Коэффициент насыщения движением
A	< 0,2	> 0,9	< 0,1
B	0,2 – 0,45	0,7 – 0,9	0,1 – 0,3
C	0,45 – 0,7	0,55 – 0,7	0,3 – 0,7
D	0,7 – 0,9	0,4 – 0,55	0,7 – 1
E	0,9 – 1,0	< 0,4	1
F	> 1,0	0,3	1

Уровень обслуживания дорожного движения на сети дорог (таблица 5) оценивается по шестиуровневой шкале, в соответствии с наблюдаемыми значениями основных параметров дорожного движения. Классификационным признаком, при определении диапазона скоростей, соответствующих действующему уровню обслуживания, установлено отношение средней скорости движения ТС к скорости ТС в условиях свободного движения, выраженное в процентах:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \bar{V}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{V}_{i\text{св}}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

Таблица 5

Значения уровней обслуживания сети дорог

Уровень обслуживания	Средняя скорость движения ТС на сети дорог (доля скорости свободного движения, %)
A	≥ 90
B	70 – 90
C	50 – 70
D	40 – 50
E	33 – 40
F	≤ 33

Расчетным методом, значение средней скорости движения по i -му участку дороги можно получить следующим образом:

$$\bar{V}_i = \frac{l_i}{T_i}, \text{ км/ч} \quad (2)$$

где:

\bar{T}_i – среднее время движения ТС по i -му участку дороги, час.

Среднее время движения ТС по i -му участку дороги рассчитывается:

$$\bar{T}_i = \frac{\sum_{j=1}^n t_j}{n}, \text{ час} \quad (3)$$

где:

n – количество проездов ТС по i -му участку дороги;

t_j – время проезда участка дороги, зафиксированное при j -м проезде ТС, час (регистрируется при обследовании дорожного движения).

Для транспортных развязок⁵ (таблица 6) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «загрузка движением», определяемым условиями функционирования съездов.

Таблица 6

Значения уровней обслуживания съездов транспортных развязок

Уровень обслуживания	Коэффициент загрузки съездов	Уровень обслуживания	Коэффициент загрузки съездов
A	< 0,2	D	0,7 – 0,9
B	0,2 – 0,45	E	1,0
C	0,45 – 0,7	F	1,0

Для кольцевых пересечений⁶ (таблица 7) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «задержка движения», имеющим сложносоставную структуру (геометрическая, эксплуатационная и задержка при въезде на кольцевое пересечение).

Таблица 7

Значения уровней обслуживания кольцевых пересечений

Уровень обслуживания	Среднее время задержки ТС, с/прив.ед.
A	0 – 10
B	10 – 15
C	15 – 25
D	25 – 35
E	35 – 50
F	> 50

⁵ ПНСТ 270-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Транспортные развязки. Правила проектирования от 05.06.2018, <https://docs.cntd.ru/document/1200159506>

⁶ ПНСТ 271-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Кольцевые пересечения. Правила проектирования от 05.06.2018, <https://docs.cntd.ru/document/1200159507>

Для дорог скоростного движения и улиц общегородского значения непрерывного движения⁷ (таблица 8) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «плотность движения».

Таблица 8

Значения уровней обслуживания для дорог скоростного движения и улиц общегородского значения непрерывного движения

Уровень обслуживания	Плотность на полосу движения, прив.ед./км
A	Менее 7
B	7 – 11
C	11 – 16
D	16 -22
E	22 -28
F	Более 28

Для дорог регулируемого движения⁸ (таблица 9) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «скорость движения».

Таблица 9

Значения уровней обслуживания для дорог регулируемого движения

Уровень обслуживания	Средняя скорость движения ТС на сети дорог, (км/ч)
A	не менее 55 км/ч
B	55 – 45 км/ч
C	45 – 35 км/ч
D	35 – 28 км/ч
E	28 – 20 км/ч
F	менее 20 км/ч

Для улиц общегородского значения регулируемого движения⁸ (таблица 10) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «скорость движения».

Таблица 10

Значения уровней обслуживания для улиц общегородского значения регулируемого движения

Уровень обслуживания	Средняя скорость движения ТС, (км/ч), (доля средней скорости по отношению к скорости свободного движения, %)
A	60 – 50 км/ч, (100 – 85 %)
B	50 – 40 км/ч, (85 – 67 %)
C	40 – 30 км/ч, (67 – 50 %)
D	(30 – 24 км/ч), (50 – 40 %)
E	(24 – 18 км/ч), (30 – 40 %)
F	(менее 18 км/ч), (\leq 30 %)

⁷ СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Изменениями № 1, 2) от 30.12.2016, <https://docs.cntd.ru/document/456054209>

Для регулируемых пересечений⁸ (таблица 11) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «задержка движения».

Таблица 11

Значения уровней обслуживания для регулируемых пересечений

Уровень обслуживания	Средняя задержка ТС, с/прив.ед.	Уровень обслуживания	Средняя задержка ТС, с/прив.ед.
A	≤ 10	D	35 – 55
B	10 – 20	E	55 – 80
C	20 – 35	F	>80

Для нерегулируемых пересечений⁹ (таблица 12) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «задержка движения».

Таблица 12

Значения уровней обслуживания для нерегулируемых пересечений

Уровень обслуживания	Средняя задержка ТС, с/прив.ед.	Уровень обслуживания	Средняя задержка ТС, с/прив.ед.
A	≤ 10	D	≤ 45
B	≤ 20	E	> 45
C	≤ 30	F	> 45

Для улиц районного значения⁸ (транспортно-пешеходных), (таблица 13) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «скорость движения».

Таблица 13

Значения уровней обслуживания для улиц районного значения

Уровень обслуживания	Доля средней скорости по отношению к скорости свободного движения, %
A	Более 85
B	85 – 67
C	67 – 50
D	50 – 40
E	30 – 40
F	≤ 30

Для улиц районного значения (пешеходно-транспортных) и улиц и дорог местного значения в жилой застройке⁸, (таблицы 14, 15 и 16), используются уровни обслуживания с основными классификационными признаками «интенсивность движения (пешеходов)» и «задержка движения (пешехода)» и дополнительным классификационным признаком «скорость движения (ТС)».

⁸ ГОСТ Р 58653-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Пересечения и примыкания. Технические требования от 13.11.2019, <https://docs.cntd.ru/document/120016942>

Значения уровней обслуживания пешеходного движения для улиц районного значения (пешеходно-транспортных) и улиц и дорог местного значения в жилой застройке

Уровень обслуживания	Площадь в м ² на одного пешехода	Интенсивность пешеходного движения (пеш/мин) на один метр ширины тротуара или пешеходной дорожки
A	не менее 6	менее 15
B	6 – 4	15 – 21
C	4 – 2,5	21 – 30
D	2,5 – 1,5	30 – 45
E	1,5 – 0,8	45 – 70
F	менее 0,8	менее 70

Таблица 15

Значения уровней обслуживания движения по пешеходным переходам на улицах районного значения (пешеходно-транспортных) и улицах и дорогах местного значения в жилой застройке

Уровень обслуживания	Средняя задержка пешехода, с
A	< 10
B	≥ 10 – 20
C	> 20 – 30
D	> 30 – 40
E	> 40 – 60
F	> 60

Таблица 16

Значения уровней обслуживания движения ТС по улицам районного значения (пешеходно-транспортным) и улицам и дорогам местного значения в жилой застройке

Уровень обслуживания	Средняя скорость движения ТС, (км/ч)
A	Более 40 км/ч
B	40 – 32 км/ч
C	32 – 23 км/ч
D	23 – 18 км/ч
E	18 – 14 км/ч
F	Менее 14 км/ч

Для улиц и дорог местного значения в научно-производственных, промышленных и коммунально-складских зонах⁹ (таблица 17) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «скорость движения».

⁹ 2. СП 396.1325800.2018 Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования (с Изменением № 1) от 01.08.2018, <https://docs.cntd.ru/document/552304870>

Значения уровней обслуживания для улиц и дорог местного значения в научно-производственных, промышленных и коммунально-складских зонах

Уровень обслуживания	Средняя скорость движения ТС, км/ч, (доля средней скорости по отношению к скорости свободного движения, %)
A	60 – 50 км/ч, (100 – 85%)
B	50 – 40 км/ч, (85 – 67%)
C	40 – 30 км/ч, (67 – 50%)
D	30 – 24 км/ч, (50 – 40%)
E	24 – 18 км/ч, (30 – 40%)
F	менее 18 км/ч, (≤ 30)

Для велосипедных дорожек¹⁰ (таблица 18) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «интенсивность движения (велосипед)».

Таблица 18

Значения уровней обслуживания для велосипедных дорожек

Уровень обслуживания	Интенсивность велосипедного движения, ед/ч
A	менее 40
B	40 – 60
C	60 – 100
D	100 – 150
E	150 – 195
F	более 195

Для автомагистралей и скоростных дорог¹⁰ (таблица 19) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «плотность движения».

Таблица 19

Значения уровней обслуживания для автомагистралей IA, скоростных дорог IB

Уровень обслуживания	Плотность транспортного потока на полосу движения, прив.ед./км
A	Менее 7
B	7 – 11
C	11 – 16
D	16 – 22
E	22 – 28
F	Более 28

Для многополосных дорог категории IB, II¹⁰ (таблица 20) используются уровни обслуживания с основным классификационным признаком «плотность движения» и дополнительным классификационным признаком «скорость движения».

¹⁰ СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги от 09.02. 2021, <https://docs.cntd.ru/document/573818172?marker=7D20K3>

Таблица 20

**Значения уровней обслуживания
для дорог категории IV, II**

Уровень обслуживания	Скорость свободного движения, км/ч	Плотность транспортного потока, прив. ед/км
A	70 – 100	> 0 – 7
B	70 – 100	> 7 – 11
C	70 – 100	> 11 – 16
D	70 – 100	> 16 – 22
E	100	> 22 – 25
	90	> 22 – 26
	80	> 22 – 27
	70	> 22 – 28
F	100	> 25
	90	> 26
	80	> 27
	70	> 28

Для двухполосных дорог категорий III, IV¹⁰ (таблица 21) используются уровни обслуживания с классификационным признаком «скорость движения». Учитывая, что условия движения на двухполосных дорогах в значительной степени определяются взаимодействием ТС в потоке, дополнительным классификационным признаком является «доля времени движения в режиме следования за лидером, t_p ».

Таблица 21

**Значения уровней обслуживания
для дорог категорий III, IV**

Уровень обслуживания	Для дорог обычного типа (двухполосных категории III)		Для дорог обычного типа (двухполосных категории IV)
	v_i^{cp} , км/ч	t_f , %;	t_f , %;
A	> 90	≤ 35	≤ 40
B	80 – 90	35 – 50	40 – 55
C	70 – 80	50 – 65	55 – 70
D	60 – 70	65 – 80	70 – 85
E	≤ 60	> 80	> 85

Необходимо отметить, что уровень обслуживания дорожного движения в качестве комплексного показателя, характеризующего загруженность сети улиц и дорог движением, имеет перспективную альтернативу, предполагающую внедрение инновационных (для транспорта) технологий, составляющих основу цифровой трансформации транспортного комплекса. Внимание заслуживает подход, основанный на предположении о том, что по условиям мобильности и качества транспортной доступности оцениваться должны не отдельные магистрали, а в целом совокупность транспортных связей между различными зонами города с использованием технологии «больших данных».

Для этого необходимо произвести зонирование территории городской агломерации, исходя из особенностей транспортной планировки, определить устойчивые транспортные связи между всеми зонами, предварительно определив в качестве центра узлы генерации пассажиропотоков (транспортно-пересадочные узлы,

торговые центры и т.д.) или пересечения магистральных дорог. Используя экспериментальные навигационные данные и, при необходимости, данные навигационных ресурсов (например, сервисы «Яндекса») по матрице корреспонденций определить длительность поездки между зонами в пиковый период и в свободных условиях, позволяющие осуществить расчет временного индекса.

Условием расчета необходимо считать неизменность сформированных зон и транспортных связей. Добавление зон должно происходить при ресурсном расширении (например, при появлении новых микрорайонов). В качестве преимуществ подхода необходимо указать:

- контроль за реализацией; поскольку матрица транспортных связей должна оставаться неизменной по условию расчета, то и маршрут движения произвольным, а, следовательно, учитывающим сиюминутную конъюнктуру, быть не может;
- сохранение матрицы транспортных связей на длительный период, что обеспечивает сопоставимость результатов в течение значимого интервала времени;
- снижение затрат на проведение транспортных обследований;
- значение временного индекса полностью отражает физический смысл показателя – оценку качества мобильности на сетевом уровне;
- основываясь на зонировании территорий можно определять и другие показатели мониторинга дорожного движения.

Следует учитывать, что применение технологий «больших данных» открывает также и широкие возможности использования интервальной оценки (уровни обслуживания) условий движения на сегментированных участках/зонах сети улиц, дорог, а точнее – динамики изменения этих условий, подвергнутых предиктивному анализу состояний уровня обслуживания движения в подобных дорожных условиях и, как следствие, генерацию управляющих воздействий для оптимизации движения транспортного потока.

Заключение

Исходя из общей тенденции осуществления цифровой трансформации отраслевых процессов, в работе предложены цели цифровизации методов и средств мониторинга дорожного движения, заключающиеся в повышении достоверности результатов мониторинга, повышении оперативности обновления и доступности данных, снижения затрат на проведение.

В тоже время, учитывая многообразие параметров дорожного движения, функциональное разнообразие дорожной и транспортной инфраструктуры, масштабность улично-дорожной сети, подлежащей в соответствии с требованиями регулятора периодическому, (а в последствии – автоматическому) мониторингу дорожного движения, необходимо сосредоточиться на реализации полного территориально-временного покрытия всех элементов транспортной инфраструктуры; обеспечении унифицированных подходов к проведению мониторинга на одних и тех же элементах транспортной инфраструктуры, независимо от территории и организации, реализующей мониторинг для получения сопоставимых результатов; построении архитектуры сбора, накопления, распространения и использования результатов мониторинга на федеральном, региональном и

муниципальном уровнях, основываясь на современных информационно-коммуникационных технологиях.

Уровень обслуживания дорожного движения в качестве комплексного показателя, характеризующего загруженность сети улиц и дорог движением, имеет перспективу совершенствования, реализуемую посредством внедрения инновационных технологий по обработке больших объемов данных, когда по условиям мобильности и качества транспортной доступности оцениваются не отдельные участки дорог и улиц, а в целом совокупность транспортных связей между различными городскими зонами.

Необходимо отметить, что цифровизация методов и средств мониторинга дорожного движения формирует дополнительную систему требований к профессиональной подготовке специалистов в сфере ОДД, квалификационные требования к которым регламентированы приказом Минтранса России от 29.12.2018 г. № 487¹¹.

Литература

1. *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2000. ISBN 0-309-06681-6. Chapter 1; The Transit Capacity and Quality of Service Manual; Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCQSM Part 8), <https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/docs/tcrp100/Part8.pdf/>.

2. Mahmassani, H. S. (2001). Dynamic network traffic assignment and simulation methodology for advanced system management applications // *Networks and Spatial Economics*, 1, pp. 267–292.

3. Ben-Akiva, M. E., Bierlaire, M., Burton, D., Koutsopoulos, H. N., & Mishalani, R. Real-time simulation of traffic demand–supply interactions within 172 DynaMIT. In M. Gendreau, & P. Marcotte (Eds.) // *Transportation and network analysis*, 2002. pp. 19–36.

4. Boston, MA: Kluwer., Mahmassani, H. S., Hu, T.-Y., Peeta, S., & Ziliaskopoulos, A. (1994). Development and testing of dynamic traffic assignment and simulation procedures for ATIS/ATMS applications. McLean, VA: US DOT, Federal Highway Administration, 1994. – P. 224.

5. Bera S., Krishna Rao K. V. Estimation of origin-destination matrix from traffic counts: the state of the art // *European Transport*, Vol. 49, 2011. pp. 3-23.

6. Philips W.F. Kinetic Model for Traffic Flow with Continuum Implications // *Transportation Research Planning and Technology*, Vol. 5, 1979. pp. 131-138.

7. Kittelson W.K. Historical Overview of the Committee on Highway Capacity and Quality of Service Transportation: Research Circular E-C018. http://nationalacademies.org/trb/publications/ec018/01_63.pdf.

8. Ortuzar J. D., Willumsen L. G. *Modeling Transport* / 3-rd edition. – John Willey & Sons Ltd, 2008. – 499 p.

9. Михайлов, А.Ю. Интегральный критерий оценки качества функционирования улично-дорожных сетей / А.Ю. Михайлов // *Известия ИГЭА*. - 2004. - № 2 (39). - с. 50-53., <https://cyberleninka.ru/article/n/integralnyy-kriteriy-otsenki-kachestva-funktsionirovaniya-ulichno-dorozhnyh-setey>.

10. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.

11. Зырянов В.В. Критерии оценки условий движения и модели транспортных потоков. – Кемерово: Кузбасский политехнический институт, 1993. – 164 с.

Сведения об авторах

Поляков А.С., профессор Российской открытая академия транспорта. РОАТ-РУТ, Высшая школа экономики. ВШЭ

Тел. +7 926 735 03 35

Титов А.Е., заведующий научно-исследовательским отделом, ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта. ОАО «НИИАТ»

Тел. +7 495 496 91 78

Трескинский Д.В., генеральный директор ООО «Институт Городского Транспорта»

Тел. +7 915 985 58 88

¹¹ Приказ Минтранса России от 29.12.2018 № 487 «Об утверждении перечня профессий и должностей, связанных с организацией дорожного движения, и квалификационных требований к ним», <https://docs.cntd.ru/document/552196608>