

# Оптимизация светофорного движения в транспортной сети города

А. С. Алёшкин

**Аннотация**—В статье рассматривается проблема оптимизации управления транспортными потоками в городских условиях. Исследование актуально в контексте приоритетного направления научно-технологического развития в сфере интеллектуальных транспортных систем и посвящено разработке и тестированию алгоритма для адаптивного управления фазами светофорного регулирования, работающими единообразным образом в рамках выбранной части городской среды. Предложенный метод основан на динамическом формировании длительности светофорных фаз с учетом текущей транспортной ситуации и предсказанию времени перегрузки (переполнения) дорожной полосы. В работе представлена детальная методика моделирования дорожного движения, включающая создание цифровой модели транспортной сети и проведение серии экспериментов с различными параметрами управления на примере среды Simulation Of Urban Mobility (SUMO). Исследование проводилось на примере транспортных сетей шести крупных городов мира (Нью-Йорк, Москва, Токио, Берлин, Шанхай и Мехико). В ходе моделирования оценивались три ключевых показателя: накопленное количество транспортных средств на дорогах за время выполнения моделирования, накопленная разница между движущимися и простаивающими автомобилями, за время проведения моделирования, а также накопленный уровень заторов. Результаты экспериментов демонстрируют улучшение показателей дорожного движения при использовании предложенного алгоритма. Улучшение параметров составило от 2,41% до 51,07% в зависимости от исследуемого города, при этом общая пропускная способность транспортных сетей не снижается. Разработанная методология может быть применена для оптимизации транспортных потоков в различных городских транспортных средах и является вкладом в развитие интеллектуальных транспортных систем, оставляя возможность для дальнейшего совершенствования, например в части применения иных предсказательных моделей.

**Ключевые слова**—дорожная сеть, моделирование движения транспорта, транспортная сеть, светофор.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Управление потоками в транспортных сетях важная проблема современного мегаполиса. Урбанизация и развитие автотранспортной промышленности привели к возникновению огромных потоков автомобилей, движущихся в условиях сложившейся ограниченной дорожно-транспортной инфраструктуры, что приводит к

возникновению заторов на дорогах, и как следствие, к потерям времени в экономике, а также увеличению выбросов вредных веществ в атмосферу. Многие города с миллионным населением ежегодно ухудшают свои позиции в различных рейтингах мониторинга дорожной ситуации (примером подобного рейтинга является TomTom Traffic Index).

Для улучшения сложившейся ситуации, помимо улучшения дорожной инфраструктуры, необходимо улучшать и системы управления дорожным трафиком. Для этого необходимо решить динамическую задачу перераспределения стохастических потоков трафика в транспортных сетях с учетом топологии таких сетей. Хорошим подходом считается подход к модернизации дорожной инфраструктуры с оценкой качества произведенных изменений для чего необходимо использовать концепцию цифрового двойника транспортной сети (модернизированного в интеллектуальную транспортную систему) и серию моделирований с оценкой полученных результатов. Стоит отметить, что интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы, включая автономные транспортные средства относятся к приоритетному направлению научно-технологического развития согласно указу Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. № 529 "Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоёмких технологий".

В данной работе описан алгоритм управления светофорами в интеллектуальной транспортной системе и показана методика серий моделирования, описаны принципы формирования счетных параметров для оценки результатов и продемонстрированы результаты проведенного моделирования. Алгоритм формирования фаз светофоров (управляющих сигналов) работает в автоматическом режиме (без участия ручных управляющих воздействий) с динамической длительностью. На основе проведенного моделирования выполнено сравнение со статично заданным интервалом переключения светофорных фаз. Результаты проведенного моделирования показывают улучшение показателей на 2,41%–51,07% дорожного движения без снижения пропускной способности транспортной сети города.

Современные исследования также показывают актуальность проблемы управления дорожным движением и демонстрируют примеры поиска решений в

Статья получена 10 марта 2026 г.

Антон Сергеевич Алёшкин, к.т.н., доцент кафедры КБ-3 «Разработка программных решений и системное программирование» института

кибербезопасности и цифровых технологий, МИРЭА — Российский технологический университет, (e-mail: Antony@testor.ru).

пространстве построения систем умного города и цифрового двойника [1], использования цифрового зрения и создания интеллектуальных транспортных систем [2], применения различных методов и подходов искусственного интеллекта, таких как интеллектуальное распознавание объектов [3] для управления дорожным движением. В свою очередь данная работа, не фокусируясь на принципах и возможностях по оценке количественных показателей дорожного трафика, предлагает решение для адаптивного управления.

## II. МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ УПРАВЛЕНИЯ

Моделирование дорожного движения выполняется в системе вида «цифровой двойник», для чего может быть применено одно из множества программных решений. В данной работе средой симуляции дорожного движения являлась система Simulation of Urban Mobility (SUMO) вследствие её доступности, открытости и возможностям по внешнему управлению.

Для моделирования движения использована следующая методика:

- Выбирается часть городской дорожной сети. Выполняется импорт картографических данных из внешних источников, которые позволяют построить граф дорожной сети и сформировать необходимое окружение.
- Формируется маршрутный набор (несколько маршрутных наборов для того, чтобы уменьшить влияние содержательной части отдельного маршрута на результат испытания) движения автомобилей. Можно использовать маршруты из источников данных (если такой источник доступен), либо, при недоступности реальных данных – маршрутные наборы могут быть заданы случайным образом: выбором двух случайных точек на пространстве городской сети и соединение их маршрутом.
- Для каждого маршрутного набора выполняется симуляция движения транспорта, фиксируются параметры движения, выполняется сбор статистической и отладочной информации. Данный шаг выполняется для каждого возможного набора параметров: городская среда, маршрутный набор, правила управления дорожной сетью, - что формирует большой набор данных для дальнейшей обработки.
- Проводится сохранение собранных данных, их обработка и выполняется анализ накопленных результатов.

Предложенная методика обладает возможностью отделять выполняемые изменения и получать сравнимые результаты с изолированным влиянием отдельных факторов.

Однако, использования данной методики недостаточно для выполнения симуляции движением транспорта. Для того чтобы проверить гипотезу о том, что светофорное управление с динамически формируемыми длительностями фаз имеет преимущество перед статично заданными интервалами переключения светофорных сигналов необходимо также:

- Сформировать алгоритм и механизм управления светофорным переключением, со статично заданным интервалом работы фазы светофорного цикла.
- Определить интервал для статично заданного переключения. В работе [4] были рассмотрены циклы переключения 15, 30, 60, 120 секунд и показано, что при цикле переключения заданном как 30ти секундный интервал городская среда (в целом) показывает лучшие результаты чем более короткие (относительно много времени начинает уходить на промежуточные, желтые сигналы светофора) или более длительные (увеличение длительности фазы увеличивает общее время ожидания следующего цикла включения фазы данного направления) циклы переключения.
- Сформировать алгоритм определения динамически заданной фазы светофорного управления.

## III. АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ СВЕТОФОРНЫХ СИГНАЛОВ С УЧЕТОМ ПЕРКОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ И СТОХАСТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ

Реализация алгоритма представлена далее в табличной форме и в виде стандартизованной блок-схемы решения (см. рисунок 1).

### Алгоритм 1: Формирование управляющих светофорных сигналов

**Вход:** Шаблон формирования непротиворечивых фаз переключения светофора, динамика изменения потоков автомобилей для каждой полосы дорожного движения, соединенного со светофором (полосы въезда и полосы съезда)

**Выход:** Сформированная для включения фаза светофора и рассчитанное время включения данной фазы

1. Закрыть полосы съезда в перегруженном состоянии
2. Для каждой полосы предиктивно определить время перехода в перегруженное состояние
3. Для каждой линии определить времена ожидания включения
4. Выбрать полосу для управления основываясь на прогнозируемой (ближайшей) точке времени перехода в перегруженное состояние, максимальном времени ожидания включения
5. Рассчитать время и период включения для выбранной фазы, основываясь на ожидающем числе машин по всем входящим во включаемую фазу направлениям
6. Запустить выбранную фазу, в которую войдет главное и не противоречащие ему направления на рассчитанное время
7. Сбросить накопленное время ожидания зеленой фазы у всех получивших зеленых сигнал направлений

Для формирования алгоритма расчета выбора и формирования фазы светофорного управления воспользуемся ранее рассмотренной моделью стохастической динамики движения на дорожной полосе [5]. Входными данными для нашего алгоритма станут: имеющиеся на светофоре фазы светофорного управления, которые должны быть непротиворечивы и

соответствовать разрешенным правилами дорожного движения одновременным проездам через перекресток, порог перколяции транспортной сети (определяющий эталонную надежность, в рамках которой мы хотим наблюдать дорожное движение), величины потоков пришедших на полосу машин вследствие движения и маневрирования и аналогичных потоков ушедших с полос машин. Целью и результатом работы данного алгоритма станет выбранное для управления направление движения через перекресток, рассчитанное для разрешающего сигнала время включения и сформированная соответствующая фаза светофорных сигналов.

Рассмотрим подробнее шаги предложенного алгоритма управления:

**Шаг 1.** Необходимо определить состояние полос съезда (куда должна выехать машина после светофора). Для тех полос съезда, на которых превышено число машин относительно перколяционного перехода дорожной сети [4,5], предполагаем включение красного сигнала и запрещаем движение. Эти полосы уже находятся в перегруженном состоянии и дальнейший съезд на эти полосы останавливает движение до момента их разгрузки.

**Шаг 2.** Среди тех направлений, где зелёный свет возможен, - проверяем, какую из линий не открывали дольше всего и выбираем эту линию как линию-кандидата. Для остальных линий фиксируем накопленное время ожидания переключения в зеленую фазу.

**Шаг 3.** Используя модель стохастической динамики [5], рассчитываем времена, где в ближайшее время произойдет перегрузка полосы съезда (откуда мы съезжаем на перекресток).

**Шаг 4.** Берём полосу с ближайшим предсказанным временем достижения состояния перегруженности-блокировки в качестве кандидата. Проверяем, что для выбранной полосы въезда доступна полоса съезда (и она не перегружена), дополнительно проверяем, что на полосе съезда достаточно места для ожидающих машин. Если таких полос не оказалось, то полосой кандидатом для управления остаётся полоса, выбранная на Шаге 2, либо, если на Шаге 2 не было свободных полос, то полоса с максимальным накопленным временем ожидания зеленого сигнала.

**Шаг 5.** Для выбранной полосы для управления строим (динамическую) фазу светофора: включаем для выбранной полосы зелёный сигнал, добавляем зелёный сигнал на тех направлениях, которые, согласно правилам дорожного движения, не противоречат выбранному, включаем красный сигнал на всех несовместимых направлениях и на направлениях закрытых на шаге 1. Рассчитываем время, необходимое для высвобождения выбранной полосы, с учетом доступного места на полосе съезда.

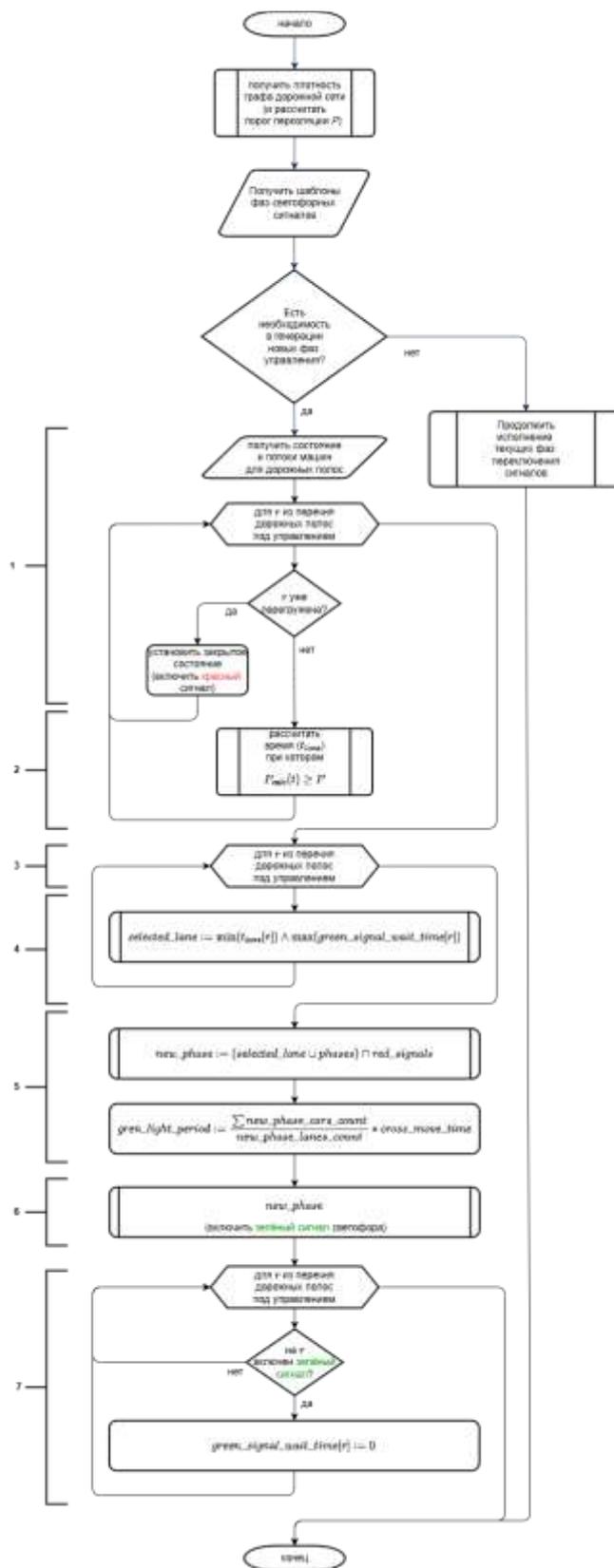


Рис. 1. Алгоритм расчета выбора и формирования фазы светофорного управления.

**Шаг 6.** Получившийся набор управляющих сигналов передаём на переключение светофорных сигналов. Накапливаем статистику по изменению дорожных потоков, для повторения расчетной операции.

**Шаг 7.** Для направлений въезд-съезд, которые получили зелёный сигнал светофора, сбрасываем накопленное время ожидания зеленой фазы. Ожидаем

включение красного сигнала светофора при последующих переключениях.

К рассчитанному времени зелёной фазы добавляем некоторое пороговое время на завершение маневров, на желтый свет (6 секунд в нашей симуляции), после чего система должна рассчитать и запустить новую фазу цикла, основываясь на измененных данных.



Рис. 2. Ограничения описанного подхода

Описанный алгоритм имеет ограничения: в частности, информация о направлении каждой конкретной машины не считается (хотя это возможно сделать в симуляционных тестах, но сложно получить такие данные в практических кейсах), и это означает, что при несовпадении разрешенных сигналов и выбранном направлении движения машины поток фактически не будет пропускаться через перекрёсток. Такая ситуация показана на рисунке 2. На полосе выезд первой может стоять машина с направлением через перекрёсток «прямо», однако там заблокирован выезд и алгоритм видя на этой полосе поток с максимальным ожиданием включает поворот направо, из-за его доступности. Поскольку первая машина при будет ожидать сигнала к своему проезду – в этой ситуации поток заблокирован.

Чтобы учесть ограничения подобного рода алгоритм дополнительно должен сохранять выбранную для управления полосу съезда предыдущего шага и для текущего шага проверять поменялась ли состояние выбранной полосы. Если оказывается, что состояние не поменялось, то выбирать направление въезд-съезд а логичное предыдущему шагу – нельзя, и, необходимо в текущем цикле взять следующее по приоритету направление.

Описанный алгоритм запрограммирован с использованием современных вычислительных возможностей и применен в современных средах симуляции, таких как Simulation of Urban Mobility [6], далее рассмотрим полученные результаты применения этого решения.

#### IV. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕД РАЗЛИЧНЫХ ГОРОДОВ

Для выполнения серий испытаний были рассмотрены транспортные сети городов: Нью-Йорк (США), Москва (Российская Федерация), Токио (Япония), Берлин (Германия), Шанхай (КНР), Мехико (Мексика). В таблице 1 показаны географические координаты выбранных участков городской дорожной сети, количество машин в опыте (4000) и количество светофорных, а также нерегулируемых перекрестков на выбранной части дорожной сети.

ТАБЛИЦА 1. ВЫБРАННЫЕ ГОРОДСКИЕ СРЕДЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ

Город	Координаты	Кол-во светофоров	Кол-во нерегулируемых перекрёстков
Нью-Йорк	-74.023,40.735, -73.906,40.830	1957	1802
Москва	37.565,55.734, 37.679,55.779	192	1220
Токио	139.697,35.678, 139.757,35.742	220	2188
Берлин	13.323,52.498, 13.428,52.536	187	1336
Шанхай	121.405,31.179, 121.573,31.277	992	3081
Мехико	-99.191,19.293, -99.080,19.438	835	9804

Согласно показанной методике для выбранной части города был выполнен импорт картографических данных из OpenStreetMap (OSM), после чего картографические данные были преобразованы в граф дорожной сети, для которого были сформированы несколько наборов маршрутов (по два для каждого города). В симуляционном испытании выполнялось моделирование движения автомобилей в городе с запуском 4000 машин на старте в городскую среду (это позволило загрузить городскую среду и сформировать заторы), после чего каждая из машин двигалась по собственному маршруту маневрируя в потоке и ориентируясь на светофорное управление. Для того чтобы результаты были сравнимы транспортное средство не могло поменять маршрут в процессе моделирования (в противном случае неясно что вносит больший вклад: изменение светофорного регулирования или изменение маршрутов). Испытание начиналось с запуска всех машин в транспортную сеть и заканчивалось достижением конечного пункта (выездом) последнего из запущенных в сеть автомобилей.

Для получения счетных результатов для каждого испытания собирались данные по числу машин на каждом шаге моделирования движения, числу движущихся машин на каждом шаге моделирования и числу полностью занятых дорожных полос на каждом шаге моделирования. Полученные результаты интегрировались для получения числового параметра представляющего оценку выполненного испытания:

- Число машин на каждом шаге формирует интегральный показатель «Накопленное количество транспортных средств на дорогах за всё время». Чем быстрее все машины закончат своё движение – тем лучше работает дорожно-транспортная сеть. При этом

учитывается возможность быстрого завершения движения частью транспортных средств и долгое движение оставшейся части машин по своим маршрутам. Чем меньше полученная оценка – тем лучше выглядит показатель.

- Число движущихся машин на каждом шаге формирует интегральный показатель «Накопленная разница между движущимися и простаивающими автомобилями для каждого шага моделирования». Чем больше машин продвигается (а не простаивает) к своей цели, тем лучше работает дорожно-транспортная сеть. Данный показатель отдаёт предпочтение выбору большего числа машин для продвижения в дорожной сети, что может заставлять меньшую часть машин простаивать, возможно, большее время. Для того, чтобы не злоупотреблять выбором подобных оптимальных значений в постоянном режиме в алгоритме управления светофорными сигналами требуется учитывать максимальное время ожидания включения зеленого сигнала или формировать специальные правила для обработки подобных ситуаций. В текущей работе выполняется максимизация этого показателя: чем больше полученная оценка – тем лучше выглядит показатель. Максимальное значение показателя связано с предыдущим параметром: все машины, находящиеся в сети, могут находиться в движении и ни одна из них не простаивает.

- Интегрирование числа полностью занятых дорожных полос на каждом шаге моделирования формирует показатель «Накопленный уровень заторов». В рамках данной работы мы считаем, что чем меньше полностью занятых дорожных полос в текущий момент времени есть в дорожной сети – тем надежнее работает сеть: за счет имеющегося свободного пространства можно организовать экстренное движение специальных транспортных средств или более эффективно распределить транспортные средства по всей дорожной сети. Чем меньше полученная оценка – тем лучше выглядит показатель.

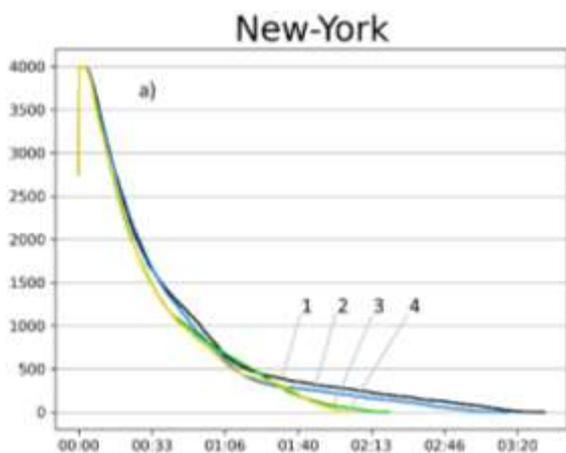


Рис. 3. Выполнение моделирования для города Нью-Йорк

На рисунке 3 показано движение машин для города Нью-Йорк. На старте симуляции в городскую среду помещаются 4000 автомобилей (по оси ординат показано число машин, которое в текущий момент времени располагается на дорожной сети), не все из которых сразу

могут выехать на дороги, но, с продвижением машин по своим маршрутам место высвобождается и автомобили попадают в транспортную сеть. С течением времени автомобили продвигаются по своим маршрутам, достигают пунктов назначения и покидают транспортную сеть, таким образом общее количество автомобилей снижается с течением времени. На рисунке 3 показано 4 варианта симуляции: для первого набора маршрутов и для статично заданного интервала переключения светофорных сигналов – линия 1, для второго набора маршрутов при тех же условиях – линия 2, для первого набора маршрутов, но с изменением способа переключения фаз светофорного управления на описанный выше – линия 3 и для аналогичных условий для второго набора маршрутов – линия 4. Аналогичные симуляционные испытания выполнялись и для других городов, к примеру для города Токио (см. рисунок 4).

Указанные на рисунках 3 и 4 данные позволяют (через интегрирование) получить значения показателя «Накопленное количество транспортных средств на дорогах за всё время» и выполнить их сравнение. Для этого показатели, сформированные для одинаковых условий (город и тип управления), но для разных наборов маршрутов – усредняются, а полученное усредненное значение для управления с возможностью формирования динамически формируемых фаз светофорного управления – сравнивается с аналогичным усредненным значением для управления со статически заданными фазами переключения (которое считается эталонным).

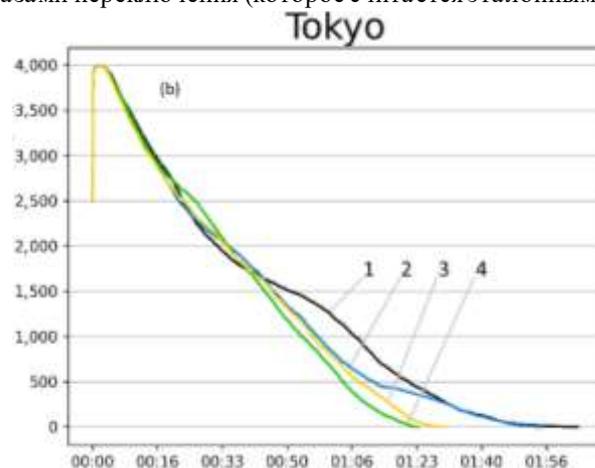


Рис. 4. Выполнение моделирования для города Токио

Итоговые значения интегрального показателя «Накопленное количество транспортных средств на дорогах за всё время» для рассматриваемых городских сред представлены в таблице 2. В названии столбца аббревиатура «НМ» означает «набор маршрутов» с номерами 1 или 2, «СТАТ» означает использование статично заданного интервала переключения, а «ДИН» означает применение вышеописанного алгоритма для управления дорожным движением. В последнем столбце отражена разница между усредненными показателями, показывающая улучшение характеристик движения (машины заканчивают свое движение раньше, что согласуется с графическим представлением рисунков 3 и 4).

Аналогично строятся и рассчитываются данные по другим интегральным показателям. В таблице 3

показаны итоговые значения для трех собранных в процессе обработки данных показателей.

**ТАБЛИЦА 2.** НАКОПЛЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ДОРОГАХ ЗА ВСЁ ВРЕМЯ

Город	НМ 1, СТАТ	НМ 2, СТАТ	НМ 1, ДИН	НМ 2, ДИН	Разница, [%]
Нью-Йорк	9942909	9319843	8458108	8222975	<b>13,40%</b>
Москва	4456490	5331339	4635557	4883271	<b>2,75%</b>
Токио	9997552	9374439	8640626	8843160	<b>9,75%</b>
Берлин	8020844	7908250	7581441	7964433	<b>2,41%</b>
Шанхай	7449906	6492959	6670030	6045126	<b>8,81%</b>
Мехико	6812375	6668035	5622640	5458987	<b>17,79%</b>

Результаты подтверждают гипотезу о применимости динамически формируемых фаз светофорного управления для указанных городских сред без снижения эффективности дорожного движения, при этом количество машин на дорогах улучшается (снижается) на 2,41%–17,79%, количество движущихся машин улучшается (увеличивается) на 2,65%–11,17%, а заторы на дорогах (полностью занятые дорожные полосы) уменьшаются на 19,02%–51,07%.

**ТАБЛИЦА 3.** ОБРАБОТАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРАВНЕНИИ ФИКСИРОВАННЫХ СВЕТОФОРНЫХ ФАЗ И АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ВЫБОРА И ФОРМИРОВАНИЯ ФАЗЫ СВЕТОФОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Город	Плотность светофоров в выбранной части дорожной сети, [штук/км]	«Накопленное количество транспортных средств на дорогах за всё время»	«Накопленная разница между движущимися и простаивающими автомобилями для каждого шага моделирования»	«Накопленный уровень заторов», [%]
Нью-Йорк	1,44	<b>13,40%</b>	<b>11,17%</b>	<b>25,59%</b>
Шанхай	0,42	<b>8,81%</b>	<b>3,79%</b>	<b>51,07%</b>
Москва	0,36	<b>2,75%</b>	<b>3,90%</b>	<b>27,53%</b>
Берлин	0,35	<b>2,41%</b>	<b>3,71%</b>	<b>19,02%</b>
Мехико	0,31	<b>17,79%</b>	<b>5,48%</b>	<b>20,78%</b>
Токио	0,42	<b>9,75%</b>	<b>2,65%</b>	<b>29,64%</b>

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное исследование показывает, что для различных городских сред можно применить общий алгоритм управления фазами светофорных циклов, что в свою очередь позволяет улучшить параметры дорожного движения. Полученные результаты подтверждают гипотезу о возможном эффективном применении неравномерных циклов светофорного управления и позволяет средствами моделирования получить количественные оценки для подобных изменений.

Стоит отметить что модель стохастической динамики, рассмотренная в работах [4,5] является не единственной возможностью предсказания состояния дорожной полосы и, в будущих исследованиях, опираясь на продемонстрированные в данной работе методику проведения серий моделирования и сбора данных, а также показанных алгоритмах, - возможно применение и других методов и подходов к прогнозированию

дорожного трафика: классического уравнения Фоккера-Планка, простой диффузионной модели, моделей учитывающих состояние процесса (память), дробно-дифференциальных уравнений и возможно других решений, которые могут быть интегрированы в показанные алгоритмы.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Hiller J, Mansour M, Kremer N, Crampen D, von Behren S. Mapping Urban Digital Twins Across Regions: An Exploratory Study of Maturity, Implementation Status, and Authority. *Smart Cities*. 2026; 9(3):49. DOI: 10.3390/smartcities9030049.
- [2] Ryumkin, M. & Schneider, V.. (2026). Concept of increasing traffic capacity by regulating traffic flows based on machine vision. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 23. 114-129. DOI: 10.26518/2071-7296-2026-23-1-114-129.
- [3] Li, Shenglin & Yoon, Hwan-Sik. (2026). Roadside Traffic Surveillance System for Optimal Traffic Control. *Conference: ASME 2025 International Mechanical Engineering Congress and Exposition* DOI: 10.1115/IMECE2025-166644.
- [4] Aleshkin A, Zhukov D, Zhmud V. Percolation–Stochastic Model for Traffic Management in Transport Networks. *Informatics*. 2025; 12(4):122. DOI: 10.3390/informatics12040122
- [5] Aleshkin, A. S. Stochastic Models of Traffic Management *International Journal of Open Information Technologies*. 2024. Vol. 12, No. 4. P. 15-22. EDN HMSGGC. DOI: 10.25559/IJOIT.2307-8162.12.202404.15-22
- [6] Alvarez Lopez, Pablo and Behrisch, Michael and Bieker-Walz, Laura and Erdmann, Jakob and Flötteröd, Yun-Pang and Hilbrich, Robert and Lücken, Leonhard and Rummel, Johannes and Wagner, Peter and Wießner, Evamarie (2018) Microscopic Traffic Simulation using SUMO. In: *2005 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC)*. IEEE. The 21st IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, 4.-7. Nov. 2018, Maui, USA. DOI: 10.1109/ITSC.2018.8569938.

# Optimization of traffic light movement in the city's transport network

Anton Aleshkin

**Annotation**—The article discusses the pressing issue of optimizing traffic flow management in urban environments. The study is relevant in the context of the priority area of scientific and technological development in the field of intelligent transport systems and is devoted to the development and testing of an algorithm for adaptive control of traffic light phases operating uniformly within a selected part of the urban environment. The proposed method is based on the dynamic formation of traffic light phase durations, considering the current traffic situation and predicting the time of lane overload (congestion). The paper presents a detailed methodology for traffic modeling, including the creation of a digital model of the transport network and a series of experiments with different control parameters using the Simulation Of Urban Mobility (SUMO) environment. The study was conducted using the transport networks of six major cities around the world (New York, Moscow, Tokyo, Berlin, Shanghai, and Mexico City). During the simulation, three key indicators were evaluated: the accumulated number of vehicles on the roads during the simulation, the accumulated difference between moving and stationary vehicles during the simulation, and the accumulated level of congestion. The results of the experiments demonstrate an improvement in traffic performance when using the proposed algorithm. The improvement in parameters ranged from 2.41% to 51.07%, depending on the study.

**Keywords**—road network, traffic modeling, transport network, traffic light.

## REFERENCES

- [1] Hiller J, Mansour M, Kremer N, Crampen D, von Behren S. Mapping Urban Digital Twins Across Regions: An Exploratory Study of Maturity, Implementation Status, and Authority. *Smart Cities*. 2026; 9(3):49. DOI: 10.3390/smartcities9030049.
- [2] Ryumkin, M. & Schneider, V.. (2026). Concept of increasing traffic capacity by regulating traffic flows based on machine vision. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 23. 114-129. DOI: 10.26518/2071-7296-2026-23-1-114-129.
- [3] Li, Shenglin & Yoon, Hwan-Sik. (2026). Roadside Traffic Surveillance System for Optimal Traffic Control. *Conference: ASME 2025 International Mechanical Engineering Congress and Exposition* DOI: 10.1115/IMECE2025-166644.
- [4] Aleshkin A, Zhukov D, Zhmud V. Percolation–Stochastic Model for Traffic Management in Transport Networks. *Informatics*. 2025; 12(4):122. DOI: 10.3390/informatics12040122
- [5] Aleshkin, A. S. Stochastic Models of Traffic Management *International Journal of Open Information Technologies*. 2024. Vol. 12, No. 4. P. 15-22. EDN HMSGGC. DOI: 10.25559/IJOIT.2307-8162.12.202404.15-22
- [6] Alvarez Lopez, Pablo and Behrisch, Michael and Bieker-Walz, Laura and Erdmann, Jakob and Flötteröd, Yun-Pang and Hilbrich, Robert and Lücken, Leonhard and Rummel, Johannes and Wagner, Peter and Wießner, Evamarie (2018) Microscopic Traffic Simulation using SUMO. In: *2005 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC)*. IEEE. The 21st IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, 4.-7. Nov. 2018, Maui, USA. DOI: 10.1109/ITSC.2018.8569938.

**Anton S. Aleshkin**, Ph.D. of Technical Science, currently employed as the associate professor for the Institute for Cybersecurity and Digital Technologies of MIREA - Russian Technological University (MIREA, MGUPI, MITHT, VNIITE, RosNIIT and AP, IPK of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation), Moscow, Russia. The present research is focused on Computer Science, computer and transport networks and mathematical modelling with percolation theory. Anton takes research about Smart Cities and transport behavior in it. His papers appeared in *Mathematics*, *Journal of Physics*, *Russian Technological Journal*, *Informatics* and some conference proceedings.

[1] Hiller J, Mansour M, Kremer N, Crampen D, von Behren S. Mapping Urban Digital Twins Across Regions: An Exploratory Study of