

УДК 658.13

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ АДАПТИВ-
НЫМ СВЕТОФОРМ***А. О. Ануфриев, Д. С. Дроздов*

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская федерация
ds-drozdv@yandex.ru

Представлена компьютерная программа «Транспортный поток», позволяющая перевести работу светофора с фиксированным циклом в адаптивный режим работы в зависимости от реальной ситуации на перекрестке. Управление работой адаптивного светофора может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режимах.

Ключевые слова: адаптивный светофор, компьютерная программа, датчики

Введение. Затрудненное движение на дорогах регулярно возникает во всех мегаполисах мира, что порождает необходимость разработки различных методов борьбы с данным явлением. В ряде европейских стран при скорости городского движения около 25–30 км/час ситуация признается проблемной. В нашей стране считается, что ситуация перешла в разряд требующих вмешательства, если поток машин стоит на месте в течение нескольких минут или движется со скоростью 10–15 км/час. Учитывая то, что в мегаполисах количество машин постоянно увеличивается, данная ситуация будет только усугубляться. Одной из причин возникновения пробок служит плохая организация или неэффективное регулирование движения — плохо настроенные светофорные фазы.

Моделирование транспортного процесса. Оптимальное планирование сетей, улучшение организации движения невозможно без математического моделирования. Основная цель при создании данных математических моделей — определение и прогноз всех параметров функционирования транспортной сети [1, 2]. В настоящее время для решения транспортных проблем используются различные математические модели:

- имитационные,
- дискретные,
- макроскопические,

UDC 658.13

**COMPUTER MODELING OF ADAPTIVE
TRAFFIC SIGNALS PROCESS CONTROL***A. O. Anufriev, D. S. Drozdov*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation
ds-drozdv@yandex.ru

This article describes the computer program "Transport flow", allowing switching of the fixed cycle traffic signals to adaptive mode depending on a real-life situation at a crossroads. The operation of adaptive traffic signal can be carried out both manually and automatically.

Keywords: adaptive traffic signals, computer program, sensors

- модели семейства «конкурирующих центров»,
- теория транспортного хаоса,
- методы с использованием возможностей GPS и ГЛОНАСС.

Существует ряд дорогостоящих программ, позволяющих провести компьютерное моделирование транспортных потоков. В настоящее время разрабатывается совместный проект НАСА и Европейского космического агентства по исследованию гравитационных волн LISA. В рамках этого проекта разработан программный продукт LISA+. Одной из функций этой сложнейшей программы является оптимизация алгоритмов адаптивного управления светофорами. Предполагается, что на полную мощность проект заработает в 2020 году.

Исследования работы светофоров в различных регионах России показывают, что в настоящее время большинство светофоров работают не оптимально. В нашей стране светофоров, которые оборудованы датчиками транспорта (ДТ) очень немного. Так, например, в Москве на 4500 км дорог имеется 2000 сложных перекрестков, на которых расположено 500 ДТ. Небольшое количество ДТ имеется в Санкт-Петербурге, а в остальных городах России ДТ отсутствуют.

Датчики позволяют создавать фазовые таблицы загруженности перекрестков. Количество фазовых таблиц, отражающих определенные планы переключения светофоров в зависимости от дня недели или часа, не превышает 5. Чаще используется от 1 до 3 планов работы светофора в сутки, при этом учитывается изменение интенсивности транспортного потока в будни, пятницу и выходные. Режим работы светофора в Москве меняется от 3 до 15 раз в неделю. За рубежом фазовые таблицы на загруженных перекрестках сменяются гораздо чаще. Так современные контроллеры могут хранить до 64 таблиц [3, 4].

При строительстве той или иной дороги в проект вносятся расчетные данные о ее пропускной способности. В дальнейшем, при эксплуатации дороги на рассматриваемый участок дороги планируется не пропускать «лишнее» количество машин. Одно из предложений — ввести в систему управления движением адаптивное светофорное устройство (АС), чутко реагирующее на ситуацию на трассе на данный момент времени. Суть работы этого АС состоит в том, что на данный участок пропускается такое количество автомобилей, которое не превышает теоретическое (расчётное) количество, принятое при проектировании данного участка. Это является ключевым условием для предотвращения пробок на любом участке дороги. АС позволяет осуществлять широкое применение Интернета для предотвращения пробок на дорогах.

В настоящей работе рассматривается использование созданной авторами компьютерной программы «Транспортный поток», позволяющей управлять АС в ручном и автоматическом режимах. Меню программы для работы в автоматическом режиме проиллюстрировано на рис. 1, в ручном режиме — на рис. 2.

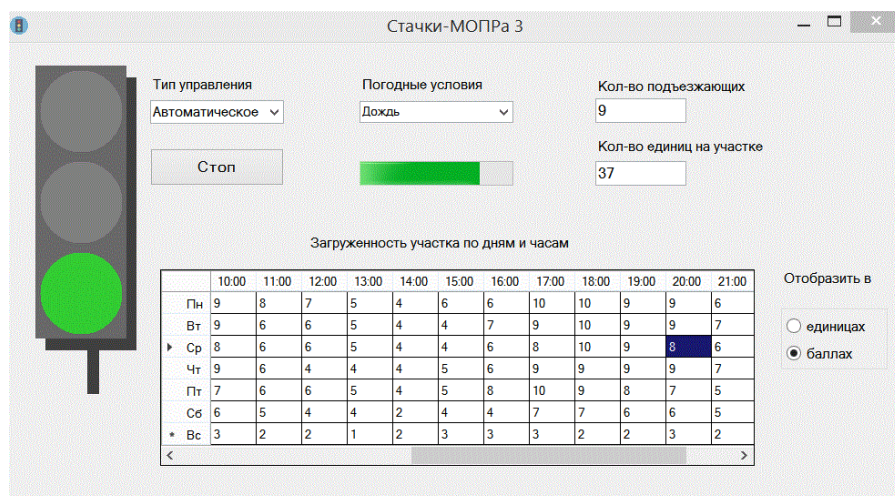


Рис. 1. Меню программы "Транспортный поток" в автоматическом режиме управления

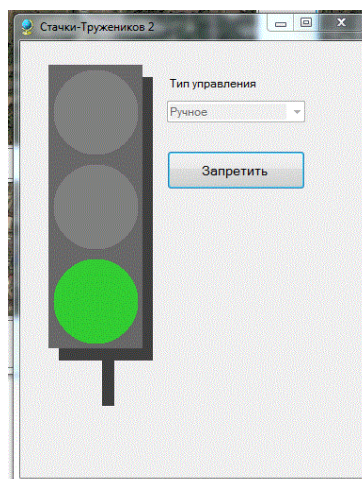


Рис.2. Меню программы "Транспортный поток" в режиме ручного управления

Программа позволяет визуализировать процесс, используя постоянные данные — таблицы загруженности перекрестка в различные дни недели и часы. Учитываются и переменные факторы: освещенность дороги, атмосферные явления (снег, дождь, туман, гололед), сцепление с дорожным полотном. Предполагается, что трасса разбивается на отдельные виртуальные участки. Каждому участку присваивается индивидуальный номер. В соответствии с этим номером предусмотрена возможность загрузки карты участка из Интернета. Пример выбранных для расчетов участков приведен на рис. 3.

Основные функциональные возможности программы:

- загрузка из Интернета карты с изображением рассматриваемого перекрестка;
- выбор режима работы — ручное управление или автоматический режим;

- считывание табличной информации о состоянии загруженности перекрестка и погодных условиях;
- сохранение результатов в графическом и табличном виде.

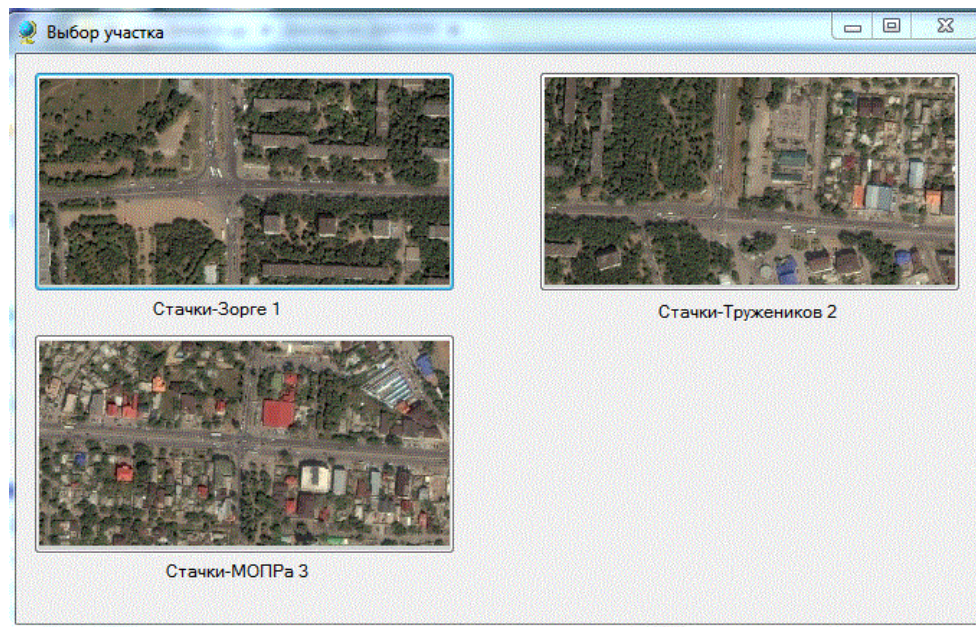


Рис. 3. Выбор участка для управления светофором. Снимки со спутника

Предполагается, что каждый перекресток со светофором имеет уникальный номер и свою таблицу загруженности. В современных блоках управления светофором установлен модем и сим-карты для доступа в интернет и синхронизации времени и даты с сервером.

Схема работы программы:

- фиксация количества машин до и после светофора;
- включение красного сигнала при условии, что количество машин после светофора превышает допустимое значение;
- включение зеленого сигнала при условии, что количество машин после светофора меньше предельного значения, либо количество машин до светофора превышает предельное значение;
- считывание данных из базы загруженности перекрестка;
- передача данных о количестве машин, находящихся на участке, с помощью ГЛОНАСС или GPS.

Программа в реальном режиме времени проверяет количество машин на контролируемом светофором участке (поле «Кол-во единиц на участке») и при превышении порогового значения запрещает проезд, включая красный сигнал. Если включен зеленый сигнал, то таймер отмечает

каждый из проезжающих автомобилей («Кол-во подъезжающих») и прибавляет к общему потоку на участке, при этом часть транспорта уезжает с данного участка на следующий. При достижении максимально допустимого количества единиц на участке автоматически включается красный сигнал. Если горит красный, то автомобили на участок не пропускаются, происходит разгрузка участка: от общего количества вычитаются случайные величины, т.к. транспорт движется и покидает наш участок. Как только участок освобождается достаточно, чтобы принять новые единицы, включается зеленый сигнал.

Работа выполняется с использованием нескольких таймеров практически в реальном времени (интервал таймеров 3–4 сек.). В автоматическом режиме какое-либо вмешательство в работу программы не требуется.

Для реализации данного алгоритма необходима установка датчиков около светофоров. Схема установки датчиков приведена на рис. 4. Датчик D_1 подсчитывает количество машин, которые подъезжают к светофору. Датчик D_2 — стирает из памяти машину, которая проехала светофор.

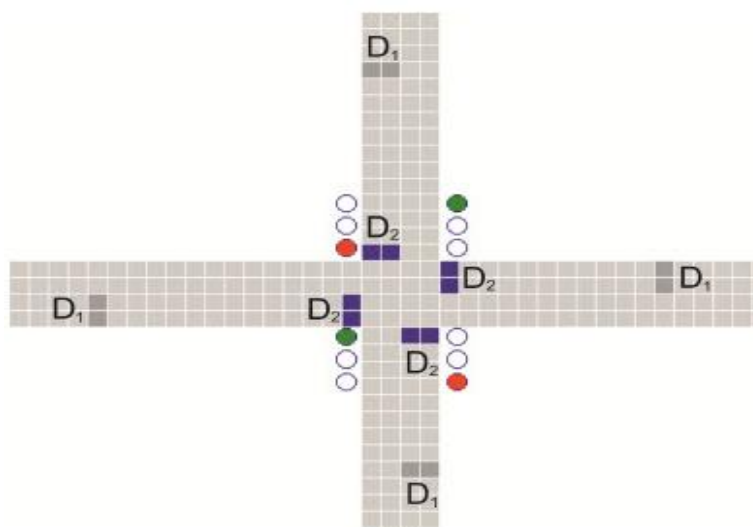


Рис. 4. Схема расположения датчиков для подсчета количества машин на перекрестке

При выборе автоматического режима загружается таблица допустимых значений для транспортного потока на участке. Текущее значение количества автомобилей на участке принимается равным $4/5 * \max$, после чего моделируется поток. Сравнение результатов работы светофора с фиксированным режимом работы (ФС) и АС показывает, что при одинаковых параметрах АС дает существенное снижение длины очереди на перекрестке и времени ожидания по сравнению с ФС (рис. 5). Внедрение светофоров с адаптивными алгоритмами наиболее целесообразно на перекрестках, где значительно изменяется интенсивность движения в течение суток.

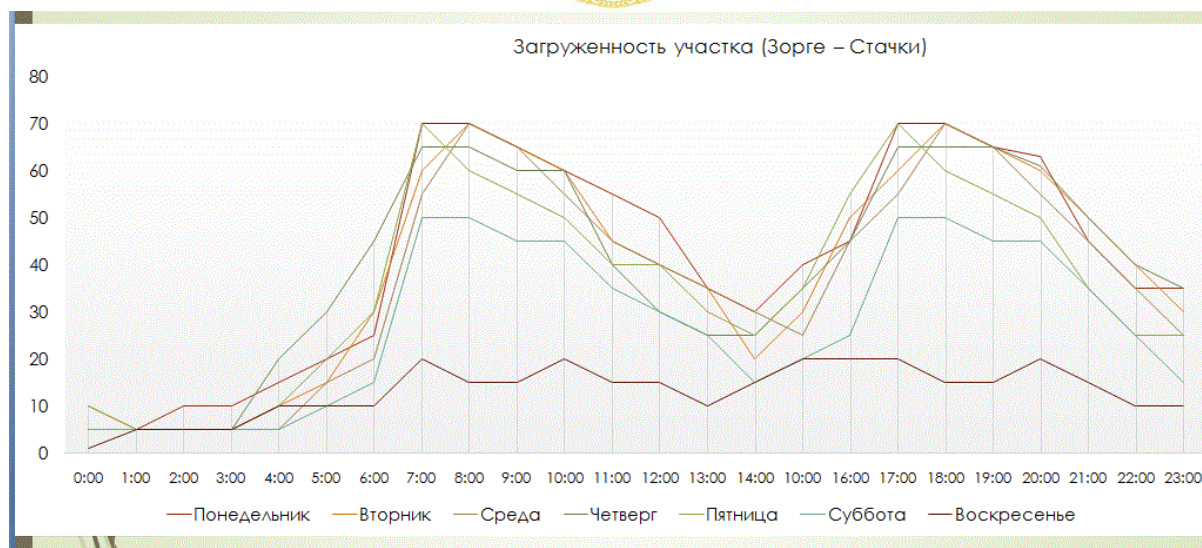


Рис. 5. Зависимость количества машин на перекрестке ул. Зорге - пр. Стачки от дня недели и часа

Результаты моделирования с помощью программы «Транспортный поток» помогают определить оптимальные значения длительности разрешающего сигнала в зависимости от входящего потока машин

Заключение. Результаты данного исследования позволяют внести предложения по повышению пропускной способности дорог и улучшению экологической обстановки города. Программа способна регулировать каждый участок в отдельности, но для достижения максимального результата необходимо соединить все участки в систему. Осуществление данной идеи планируется авторами в ближайшей перспективе. Однако даже на достигнутом уровне разработки вполне очевидны все преимущества данного регулирования. Установка АС, за счёт оптимизации транспортного потока, позволит существенно сэкономить средства на реконструкцию и расширение дорожного полотна.

Библиографический список.

1. Гальченко, Г. А., Логвинов В.И. Элементы оптимизации транспортных процессов как фактор формирования практической компетентности студентов / Г. А. Гальченко, В. И. Логвинов // Научные технологии и инновации : материалы юбилейной междунар. науч.-практ. конф. — Белгород, 2014. — С. 144–150.
2. Гальченко, Г. А. Расчет основных характеристик транспортного потока на участке ул. Орбитальная — ул. Беяева в г. Ростов-на-Дону / Г. А. Гальченко, А. А. Детистова // Безопасность, дорога, дети : практика, опыт, перспективы и технологии : сб. материалов форума. — Новочеркасск, 2015. — С. 138–141.



3. Кретов, А. Ю. Исследование некоторых алгоритмов светофорного регулирования при помощи транспортных клеточных автоматов / А. Ю. Кретов // V Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России» [Электронный ресурс]. — 2012. — 1 электрон. опт. диск (CD).

4. Кретов, А. Ю. Исследование алгоритмов светофорного регулирования / А. Ю. Кретов // Молодёжные инновации : сб. докладов VII региональн. Молодёжн. Науч.-практ. Конф. — Тула, 2013. — С. 156–159.