



***TMServer - программный
видеодетектор транспорта***

Трафик-Монитор® 5

**Программный видеодетектор
транспорта Трафик-Монитор 5
Руководство пользователя**

ЮФКВ.50029-01 95 01 К



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Module®, **TrafficMonitor®** и **Трафик-Монитор®** являются зарегистрированными торговыми марками ЗАО НТЦ "Модуль". Все другие торговые марки являются исключительной собственностью их соответствующих владельцев.

Содержание

1. Введение	5
2. Принцип работы	9
2.1. Ориентирование видеокамеры	10
2.2. Привязка камеры к местности	15
2.3. Режимы работы	18
3. Установка	19
3.1. Установка в Windows 7	19
3.2. Установка в Linux	20
4. Конфигурирование и запуск	22
4.1. Запуск в демонстрационном режиме	27
5. Измеряемые параметры дорожного движения	28
5.1. Детектируемые события	28
5.2. Данные о транспортных средствах	28
5.3. Дорожная статистика	29
6. Структура базы данных	31
6.1. Запись о событии	32
6.2. Запись дорожной статистики	33
6.3. Запись о ТС	34

Список иллюстраций

1.1. Схема взаимодействия серверной и клиентских частей ТМ	7
2.1. Обрабатываемая зона	10
2.2. Изображение дороги, соответствующее рекомендуемому расположению камеры	11
2.3. Изображение дороги при предельном отклонении от вертикали	11
2.4. Степени свободы крепления камеры	12
2.5. Мост Sung Soo. Сеул	12
2.6. Минское шоссе. Московская область	13
2.7. Шоссе Ayalon. Тель Авив	14
2.8. Ленинградское шоссе. Московская область	15
2.9. Опорные точки	16
2.10. Выбор системы координат	17
2.11. Границы обрабатываемой зоны	17
3.1. Границы обрабатываемой зоны	19

1. Введение

Бурное развитие информационных технологий в последние десятилетия сделало возможным реализацию интеллектуальных систем для управления транспортом. Такие системы уже применяются в регионах с развитой дорожной инфраструктурой. Вычислительные возможности мощных и доступных компьютеров позволяют смоделировать, а затем и реализовать на практике некоторые изыскания в области теории транспортных потоков.

Теория транспортных потоков – есть инструмент упорядочения движения транспорта с целью его оптимизации. Исследователи изучают транспортную систему и вырабатывают ряд мер и рекомендаций, которые могут улучшить жизнь горожан и которые следует учитывать при проектировании и эксплуатации системы. Одним из инструментов исследователей является математическая модель, в той или иной степени отражающая реальную транспортную систему. Такая модель характеризуется набором параметров, которые должны соответствовать реальным характеристикам транспортного потока. В теории транспортных потоков эти параметры чётко определены:

- Средняя скорость потока.
- Интенсивность потока – количество транспортных средств (ТС), которые проехали определённую точку на дороге за определённый интервал времени – обычно за час.
- Плотность потока – количество ТС, находящихся в какой-то момент времени на участке дороги, протяжённостью 1 км.
- Временной интервал между передними бамперами соседних (ведущих и ведомых) ТС.
- Разрыв - временной интервал между задним бампером ведущего и передним бампером ведомого ТС.
- Дистанция – расстояние в метрах между передними бамперами соседних ТС.
- Зазор – расстояние в метрах между задним бампером ведущего и передним бампером ведомого ТС.
- Для некоторых параметров, например, для скорости полезна информация о «разбросе» величин за период времени – среднеквадратичное отклонение от средней величины.

Для получения этих характеристик необходимы измерительные приборы, беспристрастно фиксирующие транспортные средства и события на исследуемом участке дороги. Практически все необходимые характеристики транспортного потока для каждой из полос движения дорожного полотна (до 6-ти полос) могут быть получены с помощью программного детектора транспорта **TMServer®**, который является серверной частью системы **"Трафик-Монитор"®**.

Кроме того, детектор «умеет» классифицировать обнаруженные транспортные средства. Некоторые характеристики потока конкретизируются по классам:

- Мотоциклы
- Легковые
- Грузовые, длиной до 11 м
- Грузовые, длиной от 11 до 14 м
- Грузовые, длиной свыше 14 м
- Автобусы

Программа может накапливать статистические данные в течение нескольких месяцев и готова выдать накопленные структурированные данные в виде, удобном как для хранения в базах данных, так и для использования другими компонентами интеллектуальной системы.

Основное назначение программы – сбор статистики, однако, функциональность этим не ограничивается. *TMServer* может отслеживать некоторые события на наблюдаемом участке:

- Останов ТС.
- Нарушение скоростного режима.
- Движение по встречной полосе.
- Начало и окончание затора.

"Трафик-Монитор"® позиционируется как система, встраиваемая в сеть «дорожной» инфраструктуры – в таких системах не производится идентификация ТС, в отличие от «полицейских» систем, рентабельность которых очевидна. Полезность детектора состоит в том, что его использование помогает сократить издержки или уменьшить затраты. При проектировании и эксплуатации дорог могут быть существенны скрытые издержки, которые возникают из за нерационального использования ресурсов и ошибок при проектировании дорог и развязок. Зачастую такие ошибки обусловлены ложной или недостаточной информацией о характеристиках транспортных потоков.

TMServer® является программным видео детектором, то есть в программе осуществляется покадровая обработка видео контента. В качестве источника визуальной информации используется потоковое (цифровое) видео. Такой поток, как правило, формируется IP камерами или медиа серверами с использованием различных протоколов доставки медиа контента. Наиболее распространёнными являются RTSP/RTP потоки, при этом транслируется видео, предварительно сжатое по стандартам H.264, MPEG2, MPEG4 или MJPEG.

Для приёма и обработки цифрового видео в программе используется кроссплатформенный мультимедийный фреймворк GStreamer. Возможности программы по обработке того или иного медиа потока полностью определяются возможностями фреймворка, то есть наличием в системе всех необходимых компонентов GStreamer-a.

Программа является настраиваемым TCP/IP сервером и предоставляет клиентам возможность удалённого управления и получения статистических данных.

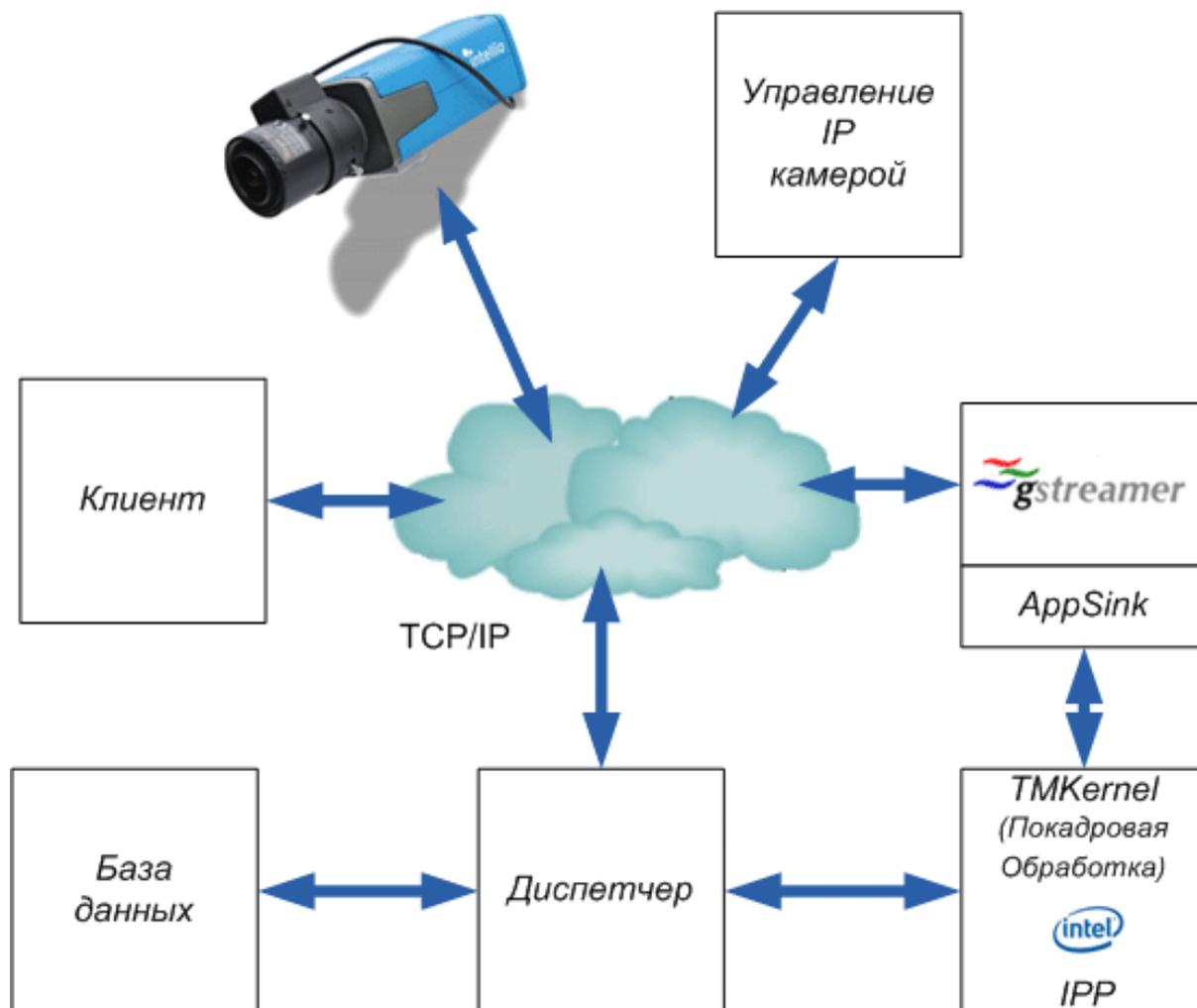


Рисунок 1.1 - Схема взаимодействия серверной и клиентских частей ТМ

На рис. 1.1 показана схема взаимодействия серверной и клиентских частей ТМ. Почти все компоненты системы работают в сетях TCP/IP. Серверная часть использует фреймворк GStreamer, для получения видеокладов из сети, обрабатывает кадры для обнаружения транспортных средств с использованием модуля TMKernel (блок распознавания), упорядочивает, накапливает и сохраняет полученные данные.

При создании блока распознавания применялась глубокая оптимизация алгоритмов обработки изображений с учётом специфики процессоров **Intel®**, поэтому система может эффективно работать только на процессорах этой фирмы.

Для оперативной обработки данных о дорожно-транспортной обстановке ТМ может спонтанно (без запроса) уведомлять клиента о фиксировании этих данных.

Трафик-Монитор® является консольной программой, работающей под управлением операционных систем Windows 7 и Linux.

2. Принцип работы

Программный детектор транспорта обрабатывает последовательность видео кадров, транслируемых IP камерой. Скорость передачи кадров должна быть постоянна, так как на основе этой скорости вычисляются физические характеристики транспортного потока. Можно сказать, что каждый кадр - это синхроимпульс для отсчёта времени. В этой связи важно обеспечить бесперебойную трансляцию видео и свести к минимуму потери кадров.

Каждый полученный кадр обрабатывается специальными алгоритмами. На кадре выделяются объекты - транспортные средства. Эти объекты классифицируются по типам и определяется на какой из полос движения произошло обнаружение. Далее осуществляется слежение за объектом на последовательности кадров. В ходе слежения определяется скорость движения объекта и некоторые события на полосах движения.

В результате формируется статистика, которая состоит из суммарных и средних значений характеристик транспортного потока.

Все полученные в ходе обработки данные сохраняются в базе данных вместе с меткой времени.

Для работы датчика необходимо определить некоторые параметры - скорость трансляции (кадры в секунду), размеры видео кадра и привязка камеры к местности. Скорость трансляции и размеры датчик получает от мультимедийного фреймворка, а привязка определяется пользователем.

Для последующего изложения необходимо ввести некоторые определения:

- *Область видимости* - всё, что попадает в поле зрения камеры, содержимое кадра.
- *Дорога* - проезжая часть в *области видимости*. В контексте системы ТМ *дорога* - это прямой участок проезжей части. Система не может обрабатывать непрямолинейные участки дороги.
- *Полоса движения* - часть *дороги*, помеченная, как правило, разделительными линиями, и на которой осуществляется движение в одну сторону. Датчик может обрабатывать одновременно до шести *полос движения*. Все получаемые статистические данные разделяются по *полосам движения*. Полосы нумеруются с права налево с точки зрения наблюдателя (см. рис. 2.1). В контексте системы ТМ *полосы движения* на дороге следуют друг за другом без промежутков. Если на дороге присутствует разделительная полоса, по которой не осуществляется движение, то такая полоса также будет являться *полосой движения* и по ней также будет работать обнаружение.
- *Зона слежения* - часть *дороги*, которая анализируется датчиком. В этой зоне происходит обнаружение и слежение за транспортными средствами. *Зона слежения* определяется датчиком автоматически на основе привязки камеры к местности. Длина зоны оставляет 24 метра. *Зона слежения* далее по тексту может обозначаться как "рабочая зона". На рис. 2.1 показана зона, включающая четыре полосы движения.

- *Направление движения* определяется для каждой полосы. Возможны два варианта - движение к камере и от камеры. На рис. [2.1](#) направления движения показаны стрелками на полосах.
- *Зона измерения загруженности* - область зоны слежения в конце каждой полосы по направлению движения. Длина зоны составляет 5 метров, ширина равна ширине полосы зоны слежения. На рис. [2.1](#) зоны измерения загруженности обозначены прямоугольниками А, В, С и D.

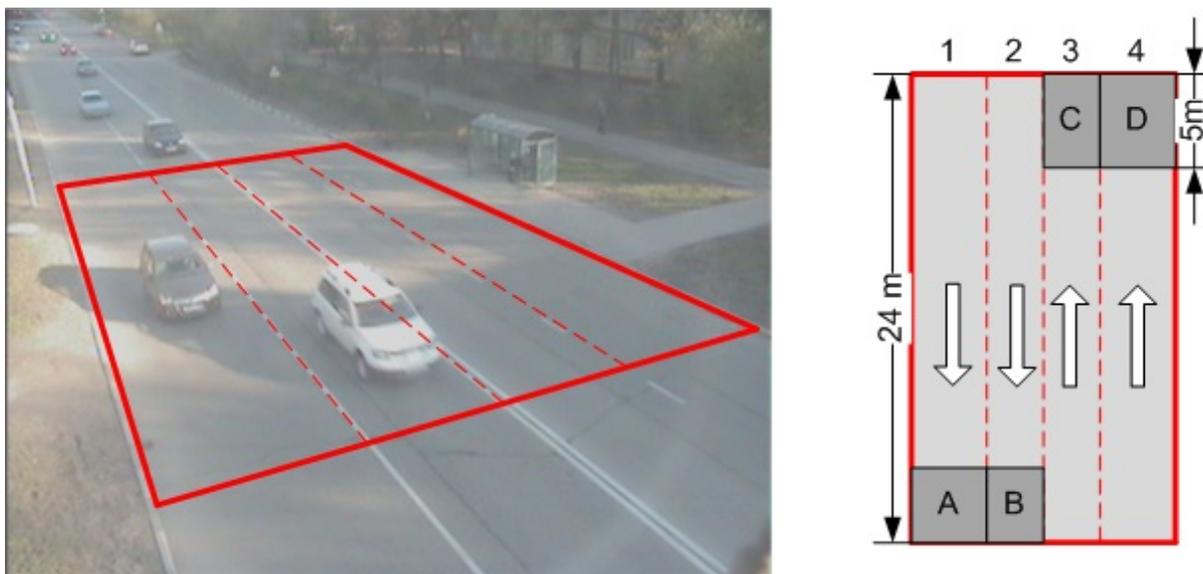


Рисунок 2.1 - Обрабатываемая зона

Следует отметить случай, когда на дороге присутствует разделительная полоса, по которой не осуществляется движение. Такая полоса "рассматривается" датчиком, как обычная полоса движения и по ней также будет работать обнаружение и слежение. В этом случае пользователь может явно отключить сбор статистики по этой полосе при настройке системы.

2.1. Ориентирование видеокамеры

Для правильной работы необходимо расположить видеокамеру так, чтобы в поле зрения наблюдался участок дороги длиной не менее 25 м, и изображение дороги на экране было максимально близко к вертикальному. На рисунке [2.2](#) показано изображение дороги, соответствующее рекомендуемому расположению камеры. На рисунке [2.3](#) показан предельный случай отклонения изображения дороги от вертикали. Изображение дороги не должно отклоняться от вертикали более чем на 30°. Недопустимо попадание линии горизонта в область видимости.



Рисунок 2.2 - Изображение дороги, соответствующее рекомендуемому расположению камеры

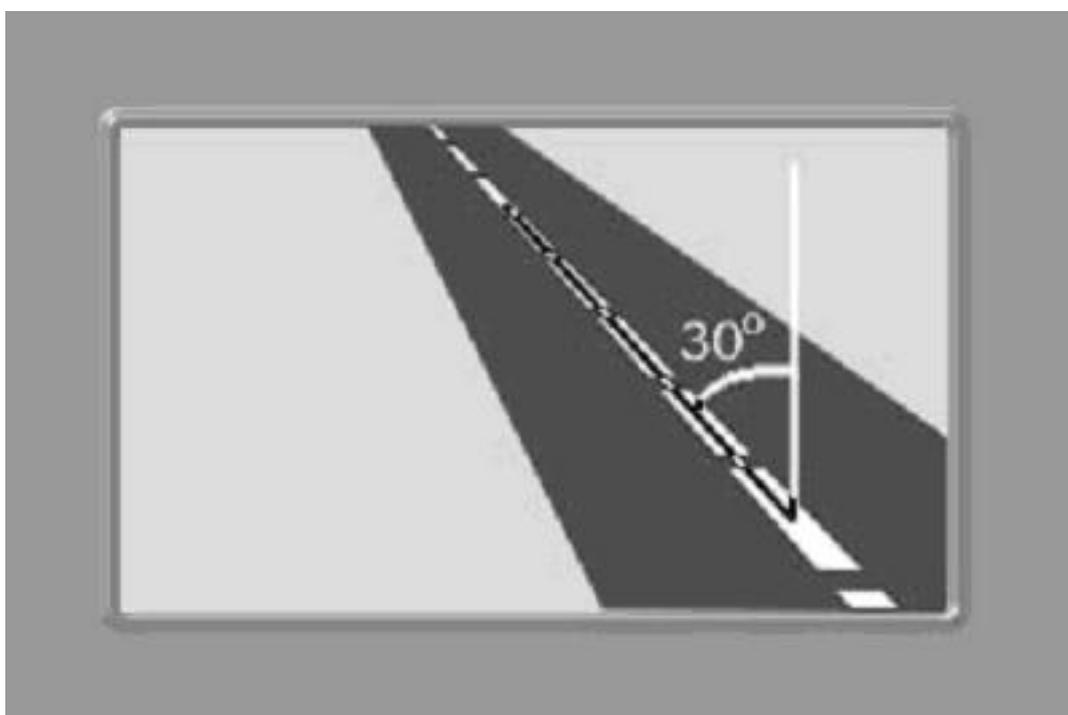


Рисунок 2.3 - Изображение дороги при предельном отклонении от вертикали

Рекомендуется подбирать крепление камеры, которое обеспечивает две степени свободы и позволяет регулировать ориентацию в направлениях, показанных на рисунке [2.4](#).

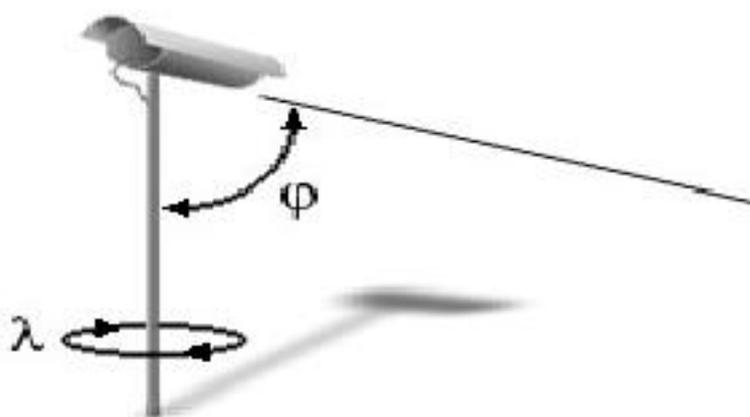


Рисунок 2.4 - Степени свободы крепления камеры

Ниже приводится несколько примеров размещения видео камеры.



Рисунок 2.5 - Мост Sung Soo. Сеул

На рис. [2.5](#) камера установлена на горизонтальной ферме моста Sung Soo в Сеуле. Здесь размещение камеры соответствует всем рекомендациям.



Рисунок 2.6 - Минское шоссе. Московская область

На рис. 2.6 камера транслирует движение на участке минского шоссе. В этом случае датчик будет работать, однако для лучшего результата следует немного наклонить камеру, чтобы линия горизонта оказалась вне поля видимости.



Рисунок 2.7 - Шоссе Ayalon. Тель Авив

На рис. [2.7](#) камера установлена на мачте дорожного освещения. Измерения можно провести по трём левым полосам. На четвёртой полосе возможны искажения, которые могут повлиять на точность измерений.

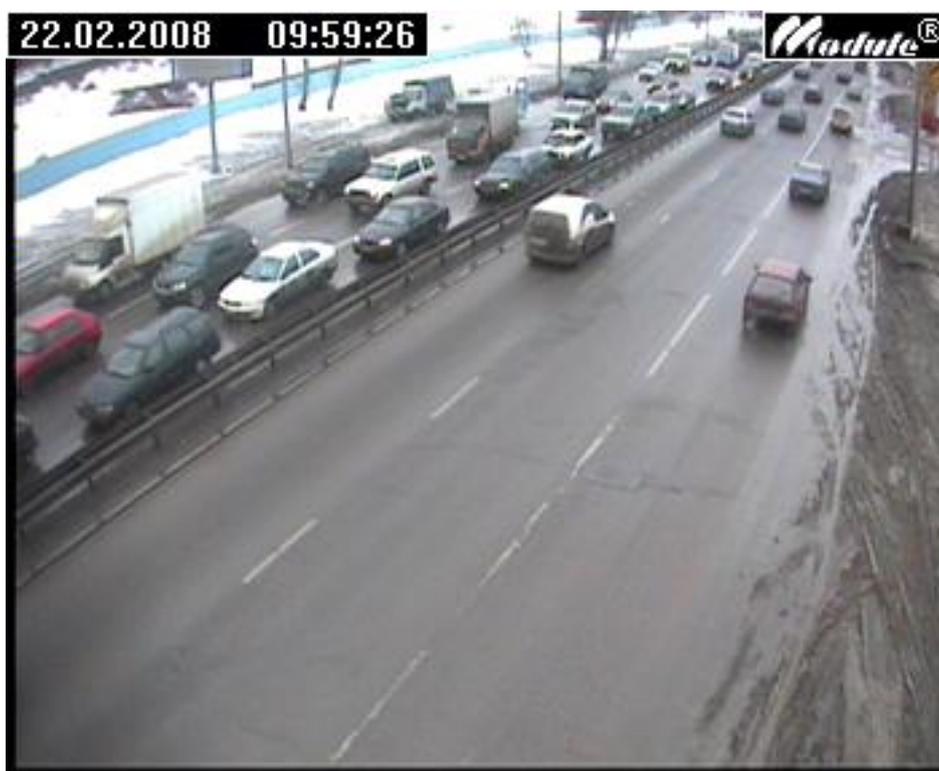


Рисунок 2.8 - Ленинградское шоссе. Московская область

На рис. [2.8](#) камера установлена на мачте дорожного освещения. Измерения можно провести по трём правым полосам. Камера установлена на недостаточной высоте, но измерения можно провести.

По возможности, если камера устанавливается на мачте дорожного освещения, камеру следует размещать на левой стороне дороги, чтобы транспортные средства на ближней полосе двигались по направлению к камере, как на рис. [2.7](#).

2.2. Привязка камеры к местности

Перед запуском датчика необходимо осуществить привязку камеры к местности. С помощью привязки ТМ определяет физические характеристики обнаруженных транспортных средств - размеры и скорость движения.

Для создания привязки необходимо выбрать четыре опорные точки. Опорная точка – это малоразмерный объект, который отчётливо виден на изображении. Такими точками могут служить метки, нанесённые, например, краской на проезжей части. Все точки должны находиться в поле видимости камеры. Необходимо измерить и записать координаты всех опорных точек в плоской декартовой системе координат, находящейся в плоскости дороги.

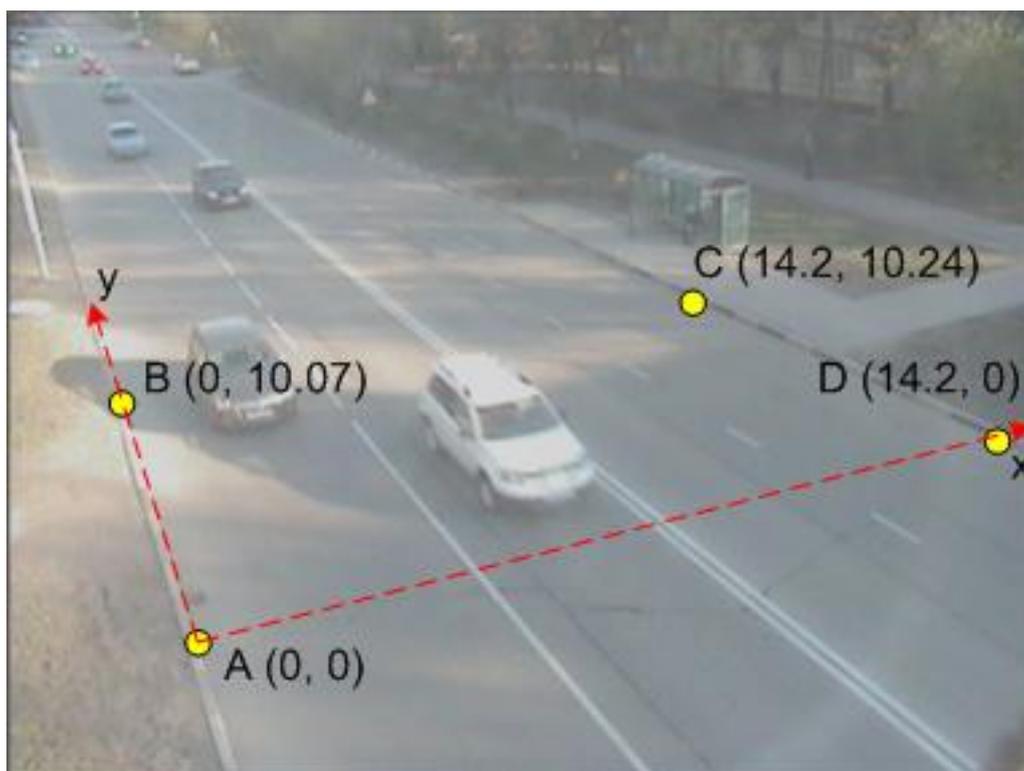


Рисунок 2.9 - Опорные точки

На рис. [2.9](#) показаны опорные точки, которые предварительно были помечены на ул. Планетная в Москве. Расстояния между точками были измерены с помощью лазерной рулетки. В результате измерений получили четыре точки с известными земными координатами. Центр системы координат был помещён в точку А.

При осуществлении привязки камеры к местности начало системы координат можно выбрать произвольно, однако направление оси Y (ордината) должно задаваться вдоль дороги. Примеры выбора системы координат показаны на рисунке [2.10](#) (а, b - правильно, с - не правильно).

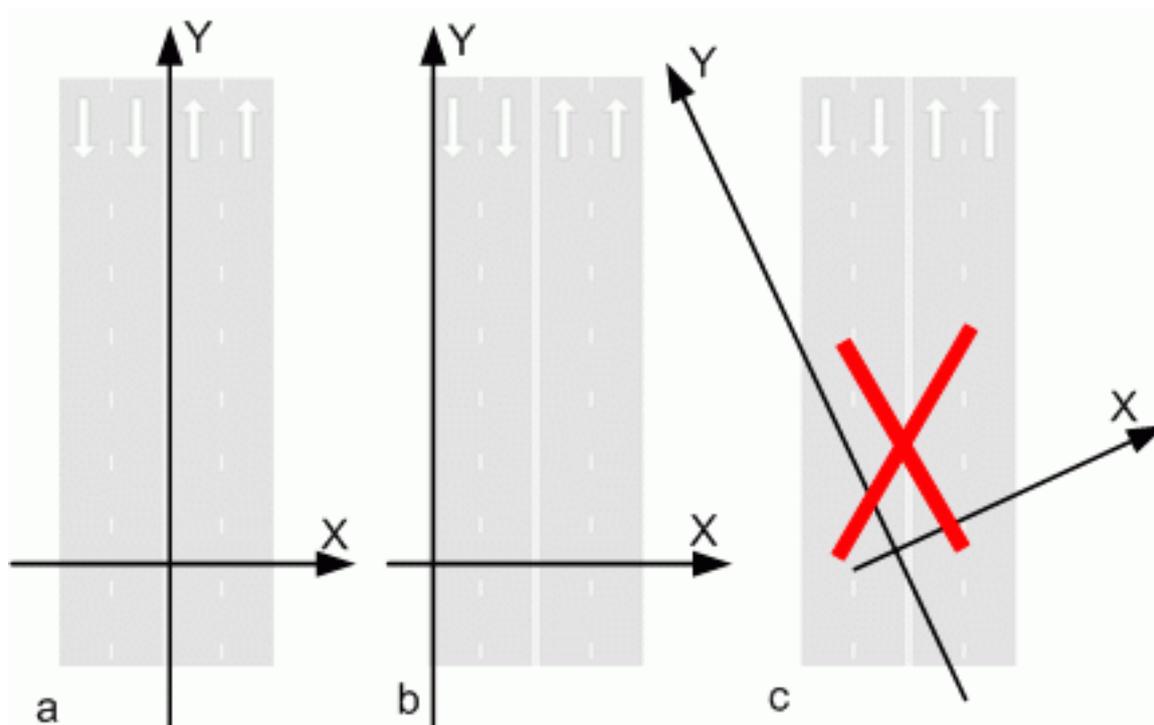


Рисунок 2.10 - Выбор системы координат

Кроме задания опорных точек необходимо определить левую и правую границы обрабатываемой зоны. Эти границы задаются отрезками на изображении. Размечать отрезки на дороге не требуется - нужны только экранные координаты.

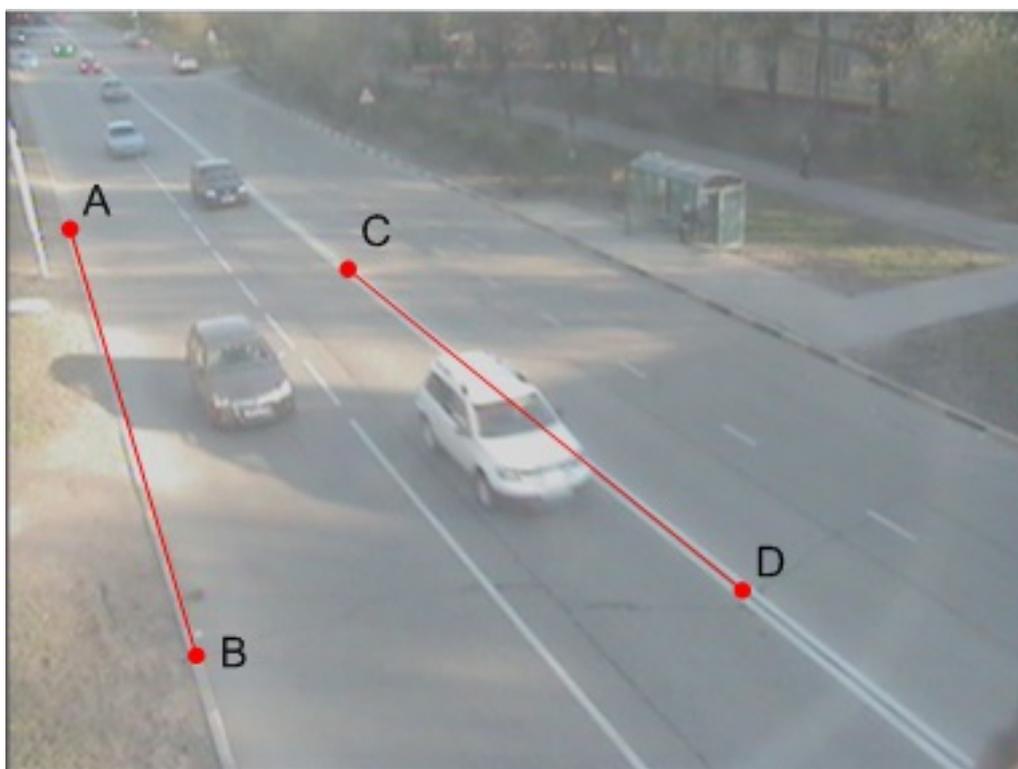


Рисунок 2.11 - Границы обрабатываемой зоны

На рис. 2.11 предполагается обрабатывать только две левые полосы движения. Отрезок АВ лежит на левой границе зоны, отрезок CD - на правой границе.

Для осуществления привязки можно воспользоваться средствами клиентской программы *TMControl*.

Координаты опорных точек (экранные и земные) а также координаты концов отрезков, лежащих на границе дороги передаются программе.

2.3. Режимы работы

TMServer может работать в одном из двух режимов:

- Настроечный режим - служит для конфигурирования *TMServer*, при этом трафик дорожного движения не анализируется. В этом режиме задаются параметры ориентирования камеры относительно наблюдаемой дорожной сцены, период накопления и т.д.
- Рабочий режим - в этом режиме ТМ осуществляет обработку и автоматическое сохранение статистических данных.

3. Установка

3.1. Установка в Windows 7

Программа доступна на сайте ЗАО НТЦ "Модуль". Распространяется в виде дистрибутива. Поддерживаются 32-х и 64-х битовые системы. Можно выбрать русскую или английскую версию продукта.

Для установки дистрибутива запустите исполняемый файл инсталлятора. Следуйте инструкциям мастера установки, при этом убедитесь, что помечена секция *"TMServer"* (см. рис. [3.1](#)).

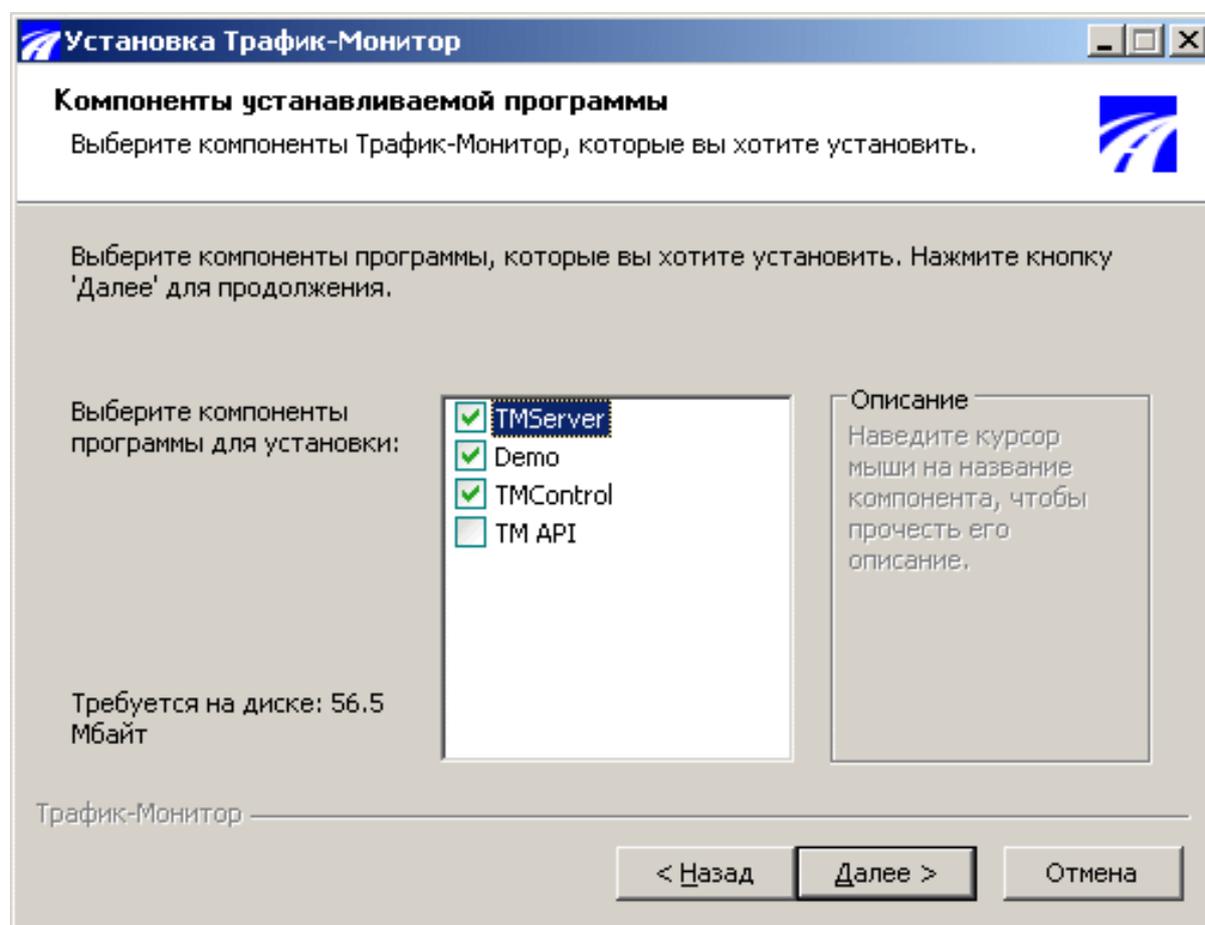


Рисунок 3.1 - Границы обрабатываемой зоны

Вместе с программой *"TMServer"* можно установить файлы для запуска программы в демонстрационном режиме. Демонстрационная конфигурация и видео файл устанавливаются в каталог *C:\tmdemo*. С помощью демонстрационного видео файла можно проверить работу фреймворка GStreamer. Подробнее о демо режиме см. в разделе ["Запуск в демонстрационном режиме"](#).

При необходимости можно установить программу для управления *TMControl* и интерфейс прикладного программирования (*TM API*) для разработки собственных программ для управления *TMServer*.

По умолчанию программа установится в каталог `%PROGRAM_FILES%\Module\traffic_monitor_xxx...`

Для работы программы необходим установленный в системе фреймворк GStreamer. Фреймворк распространяется бесплатно. GStreamer можно загрузить с сайта разработчика <http://gstreamer.freedesktop.org/data/pkg/windows/1.2.4.1/gstreamer-1.0-x86-1.2.4.1.msi> - для 32-х битовой ОС и http://gstreamer.freedesktop.org/data/pkg/windows/1.2.4.1/gstreamer-1.0-x86_64-1.2.4.1.msi - для 64-х битовой ОС. Рекомендуется выбрать вариант полной установки, так как в установке по умолчанию отсутствуют многие необходимые для проигрывания потокового видео плагины.

После установки GStreamer необходимо поместить содержимое каталога `bin` фреймворка в область видимости системы. Например, если GStreamer установлен в каталоге `"d:\gstreamer\1.0\x86_64"`, то в область видимости системы нужно включить каталог `"d:\gstreamer\1.0\x86_64\bin"`. Для этого лучше всего добавить путь в пользовательскую переменную окружения `path`. Для добавления переменной окружения откройте диалог "Панель управления - Система - Дополнительные параметры системы - Дополнительно - Переменные среды", выберите переменную `path` из списка пользовательских переменных (или создайте её, в случае отсутствия) нажмите кнопку "Изменить..." и добавьте путь к `bin` в конец списка. Пути в переменной "path" разделяются точкой с запятой ";".

Проверить работу GStreamer-а можно проиграв демонстрационное видео, которое, в случае установки, будет находиться в каталоге `C:\tmdemo`. Для проверки наберите в командной строке Пуск-Выполнить:

```
gst-launch-1.0.exe playbin uri="file:///c:/tmdemo/demo.ts"
```

Здесь предполагается, что имя пользователя "*User*".

Если фреймворк установлен и находится в области видимости системы, то появится окно предпросмотра видео.

После установки программы можно запустить `tmserver.exe`. Программа должна вывести сообщение об отсутствии аргумента и прекратить работу.

3.2. Установка в Linux

Программа доступна на сайте ЗАО НТЦ "Модуль". Распространяется в виде архива. Поддерживаются 32-х и 64-х битовые системы. Можно выбрать русскую или английскую версию продукта.

Для установки распакуйте содержимое архива в нужную директорию.

Для работы программы необходим установленный в системе фреймворк GStreamer. В настоящее время фреймворк поддерживается во всех дистрибутивах Linux. Для работы программы необходима версия `gstreamer 0.10`.

После установки программы можно запустить `tnserver.sh`. Программа должна вывести сообщение об отсутствии аргумента и прекратить работу.

4. Конфигурирование и запуск

Перед запуском программы необходимо создать директорию для хранения конфигурации и базы данных запускаемого экземпляра *TMServer*. После создания каталога можно запустить программу `tmserver.exe/sh` указав в качестве аргумента путь к созданному каталогу. После запуска программа создаёт в указанном каталоге файлы базы данных и файл конфигурации. При первом запуске программа не производит никаких действий, так как она стартовала с настройками по умолчанию в режиме настроек. Для выхода из программы нажмите кнопку <Esc>.

Простой способ для конфигурирования *TMServer* - использовать программу *TMControl*, которая является клиентской частью системы. Программа *TMControl* свободно распространяется. Загрузить её можно с сайта [ЗАО НТЦ "Модуль"](http://www.module.ru) [<http://www.module.ru>].

В некоторых случаях можно конфигурировать *TMServer* вручную. Для этого нужно модифицировать файл конфигурации *config.xml*, который создаётся после первого запуска программы в рабочем каталоге, задаваемым входным аргументом при запуске *TMServer*. Конфигурационный файл содержит следующие теги:

- *TM_CONFIG* - корневой тег конфигурации *TMServer*.
- *TM_CONFIG/PASSWORD* - пароль для подключения к *TMServer* клиентскими программами.
- *TM_CONFIG/STAT_RECORDS* - максимальное количество записей в таблице дорожной статистики (см. раздел "[Дорожная статистика](#)"). Если в таблице уже присутствует максимальное количество записей, и при этом вносятся данные, то новая запись будет сохранена на месте самой ранней записи, то есть таблица базы данных является циклической очередью с затиранием самых ранних записей.
- *TM_CONFIG/INC_RECORDS* - максимальное количество записей в таблице детектируемых событий (см. раздел "[Детектируемые события](#)"). Таблица является циклической очередью, как и таблица дорожной статистики.
- *TM_CONFIG/VEH_RECORDS* - максимальное количество записей в таблице помашинной статистики (см. раздел "[Данные о транспортных средствах](#)"). Таблица является циклической очередью, как и таблица дорожной статистики.
- *TM_CONFIG/STARTED* - флаг запуска. Если флаг установлен (равен единице), то программа после запуска начинает анализировать трафик дорожного движения. Если флаг сброшен (равен нулю), то ТМ стартует в режиме настроек и не анализирует трафик.
- *TM_CONFIG/ACC_PERIOD* - период накопления дорожной статистики (сек.). Минимальное допустимое значение - 5 сек..
- *TM_CONFIG/STAT_NOTIF* - флаг уведомления о фиксации статистики. Если флаг установлен (равен единице) и при этом установлено соединение с

клиентом, то программа будет высылать клиенту сигнал-уведомление о фиксации дорожной статистики, иначе (флаг установлен в ноль) сигналы не высылаются. Такие уведомления позволяют при необходимости оперативно обрабатывать статистические данные.

- *TM_CONFIG/IP_CAM_URI* - строка с URI медиа потока. Допускается вместо URI записывать строку с аргументами выполнения *gst-launch*. *TMServer* различает строки по наличию в начале строки идентификатора протокола. Например, для эквивалентного вызова *gst-lanch playbin uri="rtsp://10.7.8.24/h264"* можно записать в тег "*rtsp://10.7.8.24/h264*", а можно и "*playbin uri="rtsp://10.7.8.24/h264"*". Максимальная длина содержимого тега - 1023 символа.
- *TM_CONFIG/CLIENT_SERVER* - корневой тег клиент/серверных настроек.
- *TM_CONFIG/CLIENT_SERVER/TM_TO_CONTROL_ADDR* - IP адрес для подключений к клиенту. Если задан ненулевой адрес, то *TMServer* будет самостоятельно инициировать подключения к клиентской программе. Клиент в этом случае должен ожидать подключения. Задание такого адреса позволяет управлять программой, запущенной на хосте с виртуальным IP адресом.
- *TM_CONFIG/CLIENT_SERVER/CONTROL_TO_TM_PORT* - TCP порт для подключений клиентов к *TMServer*.
- *TM_CONFIG/CLIENT_SERVER/TM_TO_CONTROL_PORT* - TCP порт для подключений *TMServer* к клиентам (когда задан *TM_TO_CONTROL_ADDR*).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT* - корневой тег для описания дорожной разметки.
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/IMAGE_X1* - X координата первой точки привязки на изображении (экранные координаты). Экранные координаты задаются в пикселях. центр координат находится в левой верхней точке изображения.
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/IMAGE_Y1* - Y координата первой точки привязки на изображении (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/IMAGE_X2* - X координата второй точки привязки на изображении (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/IMAGE_Y2* - Y координата второй точки привязки на изображении (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/IMAGE_X3* - X координата третьей точки привязки на изображении (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/IMAGE_Y3* - Y координата третьей точки привязки на изображении (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/IMAGE_X4* - X координата четвёртой точки привязки на изображении (экранные координаты).

- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/IMAGE_Y4* - Y координата четвертой точки привязки на изображении (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/EARTH_X1* - X координата первой точки привязки на земле (земные координаты). Земные координаты задаются в метрах в декартовой системе координат. Начало координат определяется пользователем.
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/EARTH_Y1* - Y координата первой точки привязки на земле (земные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/EARTH_X2* - X координата второй точки привязки на земле (земные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/EARTH_Y2* - Y координата второй точки привязки на земле (земные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/EARTH_X3* - X координата третьей точки привязки на земле (земные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/EARTH_Y3* - Y координата третьей точки привязки на земле (земные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/EARTH_X4* - X координата четвертой точки привязки на земле (земные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/EARTH_Y4* - Y координата четвертой точки привязки на земле (земные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/LEFT_EDGE_X1* - X координата первой точки отрезка, лежащего на левой от наблюдателя границе дороги (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/LEFT_EDGE_Y1* - Y координата первой точки отрезка, лежащего на левой от наблюдателя границе дороги (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/LEFT_EDGE_X2* - X координата второй точки отрезка, лежащего на левой от наблюдателя границе дороги (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/LEFT_EDGE_Y2* - Y координата второй точки отрезка, лежащего на левой от наблюдателя границе дороги (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/RIGHT_EDGE_X1* - X координата первой точки отрезка, лежащего на правой от наблюдателя границе дороги (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/RIGHT_EDGE_Y1* - Y координата первой точки отрезка, лежащего на правой от наблюдателя границе дороги (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/RIGHT_EDGE_X2* - X координата второй точки отрезка, лежащего на правой от наблюдателя границе дороги (экранные координаты).
- *TM_CONFIG/AFFIXMENT/RIGHT_EDGE_Y2* - Y координата второй точки отрезка, лежащего на правой от наблюдателя границе дороги (экранные координаты).

- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS* - корневой тег для описания параметров полос движения.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/NUMBER* - количество полос движения. Максимальное допустимое значение - шесть полос.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE* - корневой тег для описания параметров одной полосы движения. В файле конфигурации может быть несколько блоков *LANE*. Тег *LANE* не имеет атрибута - номера полосы, предполагается, что блоки располагаются последовательно - самый первый блок соответствует крайней левой полосе (со стороны наблюдателя), второй блок соответствует второй полосе слева и т. д.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/DIRECTION* - направление движения по полосе. 1 - транспортные средства движутся к камере (вниз), 0 - транспортные средства движутся от камеры (вверх).
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/WIDTH* - ширина полосы, выраженная в процентах от ширины анализируемой зоны. Если ширина для всех полос установлена в ноль, то предполагается, что все полосы в зоне имеют одинаковую ширину. Если всё же полосы имеют разную ширину, то эти величины в сумме должны быть равны 100%.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/MIN_SPEED* - минимальная допустимая скорость на полосе. В случае обнаружения транспортного средства, движущегося с меньшей скоростью - фиксируется событие "*нарушение скоростного режима*".
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/MAX_SPEED* - максимальная допустимая скорость на полосе. В случае обнаружения транспортного средства, движущегося с большей скоростью - фиксируется событие "*нарушение скоростного режима*".
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_WRONG_DIR* - флаг сохранения событий "*движение по встречной полосе*". 1 - события сохраняются в БД, 0 - не сохраняются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_SPEED_VIOLATION* - флаг сохранения событий "*нарушение скоростного режима*". 1 - события сохраняются в БД, 0 - не сохраняются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_STOPPED_VEHICLE* - флаг сохранения событий "*останов транспортного средства*". 1 - события сохраняются в БД, 0 - не сохраняются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_START_JAM* - флаг сохранения событий "*начало затора*". 1 - события сохраняются в БД, 0 - не сохраняются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_FINISH_JAM* - флаг сохранения событий "*окончание затора*". 1 - события сохраняются в БД, 0 - не сохраняются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_STATISTICS* - флаг сохранения дорожной статистики. 1 - статистика формируется и сохраняется, 0 - не формируется и не сохраняются.

- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_MOTORCYCLE* - флаг подсчёта мотоциклов. 1 - считаются, 0 - не считаются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_CAR* - флаг подсчёта легковых автомобилей. 1 - считаются, 0 - не считаются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_SHORT_TRUCK* - флаг подсчёта грузовиков длиной до 11-ти метров. 1 - считаются, 0 - не считаются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_MIDDLE_TRUCK* - флаг подсчёта грузовиков длиной от 11 до 14 метров. 1 - считаются, 0 - не считаются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_LONG_TRUCK* - флаг подсчёта грузовиков длиной свыше 14 метров. 1 - считаются, 0 - не считаются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/SAVE_BUS* - флаг подсчёта автобусов. 1 - считаются, 0 - не считаются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/NOTIFY_VEHICLES* - флаг уведомления об обнаружении транспортного средства. 1 - при обнаружении транспортного средства и установленном соединении клиенту будут высылаться уведомления, 0 - уведомления не высылаются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/NOTIFY_INCIDENTS* - флаг уведомления о событии на полосе. 1 - при обнаружении события и установленном соединении клиенту будут высылаться уведомления, 0 - уведомления не высылаются.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/JAM_SPEED* - порог по скорости для определения затора.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/JAM_OCCUPANCY* - порог по занятости (%) для определения затора.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/JAM_START_TIME* - время в секундах для принятия решения о начале затора.
- *TM_CONFIG/LANE_SETTINGS/LANE/JAM_FINISH_TIME* - время в секундах для принятия решения о конце затора.

Если какой либо тег отсутствует в конфигурации, то предполагается, что содержимое этого тега установлено в значение по умолчанию. Для большинства тегов значение по умолчанию - ноль. Для следующих тегов нулевые значения недопустимы, поэтому для них определены ненулевые значения по умолчанию:

- *TM_CONFIG/PASSWORD* - "tm".
- *TM_CONFIG/STAT_RECORDS* - 10000 (записи).
- *TM_CONFIG/INC_RECORDS* - 10000 (записи).
- *TM_CONFIG/VEH_RECORDS* - 10000 (записи).

- *TM_CONFIG/ACC_PERIOD* - 5 (сек).
- *TM_CONFIG/CLIENT_SERVER/CONTROL_TO_TM_PORT* - 52224.
- *TM_CONFIG/CLIENT_SERVER/TM_TO_CONTROL_PORT* - 52225.

4.1. Запуск в демонстрационном режиме

Для запуска программы с полной функциональностью необходимо наличие у пользователя электронного ключа, который обеспечивает защиту от нелегального копирования продукта. Однако, проверить работу системы можно и без ключа.

В демонстрационном режиме можно проверить работу программы без возможности модификации привязки камеры к местности. При отсутствии электронного ключа - а именно тогда *TMServer* работает в демо режиме - всегда используется одна и та же, заранее определённая привязка. Эта привязка получена для конкретного демонстрационного видео файла "demo.ts", который устанавливается на компьютер вместе с программой. Также распространяется и файл конфигурации для запуска *TMServer* в демо режиме. Рабочий каталог называется *tmdemo* и располагается на диске C (C:\tmdemo) в системе Windows, или в каталоге установки *TMServer* в ОС Linux.

Запустите программу *TMServer* с аргументом:

```
>tmserver C:\tmdemo
```

Программа сразу же начнёт работу в режиме анализа дорожной обстановки. Видео файл проигрывается и обрабатывается циклически. Можно увидеть, что программа после запуска создала базу данных - набор файлов для хранения таблиц и уже вносит данные в эти таблицы. Посмотреть результат работы ТМ можно с помощью программы *TMControl*. Следует помнить, что в демо режиме ВСЕГДА используются предопределённые установки, даже при перенастройке камеры в программе *TMControl*.

5. Измеряемые параметры дорожного движения

Все определяемые характеристики *TMServer* сохраняет в базе данных. Пользователь может получить эти данные либо выполнив запрос, используя специальное клиентское ПО, либо обработать данные самостоятельно. Описание формата записей базы данных см. в разделе "[Структура базы данных](#)". *TMServer* сохраняет следующие данные:

- Данные о каждом обнаруженном транспортном средстве или "помашинная" статистика - представляет собой список всех обнаруженных транспортных средств с их характеристиками. Данные сохраняются по полосам движения.
- Данные о зафиксированном событии на дороге. Данные сохраняются по полосам движения.
- Характеристики дорожного движения или дорожная статистика. Характеристики накапливаются в течение периода, который определяется пользователем на этапе настройки системы. Минимальное время накопления - пять секунд. Статистика хранится для каждой полосы движения.

Набор сохраняемых параметров может быть определён пользователем на этапе настройки системы.

5.1. Детектируемые события

В процессе работы *TMServer* может фиксировать некоторые события:

- Тип события. Определены следующие типы:
 1. Выезд на встречную полосу.
 2. Нарушение скоростного режима.
 3. Останов транспортного средства.
 4. Начало затора.
 5. Конец затора.
- Для событий 1 и 2 сохраняется класс и скорость ТС.

5.2. Данные о транспортных средствах

TMServer может сохранять информацию о каждом обнаруженном ТС (помашинная статистика). Сохраняются следующие характеристики:

- Класс ТС. Программой определяются следующие классы:

- Мотоциклы.
- Легковые автомобили.
- Грузовые автомобили длиной до 11 м.
- Грузовые автомобили длиной от 11 до 14 м.
- Грузовые автомобили длиной свыше 14 м.
- Автобусы.
- Скорость ТС (км/ч).
- Длина ТС (м).
- Расстояние между передними бамперами обнаруженного ТС и предыдущего ТС (м).
- Интервал до предыдущего ТС (с) - время, которое необходимо ТС для покрытия дистанции до предыдущего ТС (дистанция между двумя передними бамперами).
- X координата на изображении центра прямоугольника, описанного вокруг ТС.
- Y координата на изображении центра прямоугольника, описанного вокруг ТС.

5.3. Дорожная статистика

TMServer накапливает данные для каждой полосы движения и периодически сохраняет накопленную статистику во внутренней базе данных. Накопление данных происходит за период, определяемый пользователем. Некоторые характеристики усредняются, некоторые суммируются.

Каждая запись в базе данных относится к одной полосе движения и содержит следующие характеристики:

Название параметра	Значение параметра
Общее число транспортных средств (далее ТС)	Количество ТС, прошедших в заданной зоне наблюдения за заданный промежуток времени
Число транспортных средств по классам	Количество ТС, прошедших в заданной зоне наблюдения за заданный промежуток времени по классам. Устройство классифицирует ТС на 5 классов: <ol style="list-style-type: none"> 1. Мотоциклы 2. Легковые 3. Пикапы/Малые грузовые, длиной менее 11 м

Название параметра	Значение параметра
	4. Грузовики длиной от 11 до 14 метров 5. Большие грузовые, длиной более 14 м 6. Автобусы
Средняя скорость всех обнаруженных ТС	Средняя скорость потока ТС за заданный промежуток времени. Средняя скорость измеряется в км/ч
Средняя скорость всех обнаруженных легковых ТС (км/ч) по каждому классу.	
Среднеквадратическое отклонение скорости отдельных транспортных средств от средней скорости (км/ч)	
Занятость	Процент времени занятости "Зоны Измерения Загруженности". Вычисляется как отношение времени, в течение которого в данной зоне присутствует хотя бы одно ТС, к общей длительности периода наблюдения. Занятость измеряется в процентах
Средний интервал между ТС (с)	Среднее время, которое необходимо ТС для покрытия дистанции до предыдущего ТС.
Дистанция	Среднее расстояние между передними бамперами следующих друг за другом ТС. Дистанция измеряется в метрах
Количество транспортных "пробок" за заданный интервал времени	Транспортная пробка - загруженность полосы больше 30%, средняя скорость всех ТС меньше 20 км/ч и такая ситуация длится больше 15 секунд. Окончание пробки фиксируется, если в течении 20 секунд загруженность меньше 30% или скорость ТС больше 30 км/ч. Все входящие в расчёт параметры могут быть изменены пользователем.
Количество превышений скорости за заданный интервал времени	
Количество событий "Движение по встречной полосе" за заданный интервал времени	
Количество остановившихся ТС за заданный интервал времени	

6. Структура базы данных

Все записи сохраняются в просматриваемых таблицах. Записи в одной таблице имеют одинаковый размер. Таблицы сохраняются в файлах базы данных, в эти же файлы записывается заголовок для хранения состояния таблицы.

Заголовок имеет следующую структуру:

Название	Размер
Размер записи	4 байта
Количество внесённых записей	4 байта
Порядковый номер самой ранней записи	4 байта
Порядковый номер для новой записи	4 байта

Заголовок записывается в начало файла и имеет размер 16 байт. Сразу же за заголовком располагаются записи:

Заголовок
Запись 1
Запись 2
...
Запись N

В каждой таблице фиксированное количество записей, которое определяется в файле конфигурации. Размер файла таблицы можно вычислить по следующей формуле:

$S = H + R * N$, где S - размер файла, H - размер заголовка, R - размер записи, N - количество записей.

Замечание

ВАЖНО! Если в конфигурационном файле изменено количество записей, то при последующем запуске ТМ старая таблица будет уничтожена и на её месте (файл с тем же именем) будет создана новая пустая таблица.

Если таблица полностью заполнена и при этом вносится новая запись, то новая запись занимает место самой ранней записи, то есть реализован принцип циклической очереди с фиксированным размером.

База данных содержит следующие таблицы:

Таблица	Содержимое
INCDBX	Записи о событиях на полосе движения

STATDBX	Записи дорожной статистики
VENDBX	Записи помашинной статистики

В названии таблиц "X" является номером полосы движения и принимает значения от 0 до 5, например "STATDB3" - таблица с записями дорожной статистики для четвертой полосы движения.

Каждая запись содержит метку времени. Метка имеет следующую структуру:

Название	Размер
Год, начиная с 2000, например 14 - это 2014 год.	1 байт
Месяц [1.. 12]	1 байт
День месяца [1.. 31]	1 байт
Часы [0.. 23]	1 байт
Минуты [0.. 56]	1 байт
Секунды [0.. 59]	1 байт
Миллисекунды [0.. 999]	2 байта

Размер метки времени - 8 байт.

6.1. Запись о событии

Номер байта	Значение
0..3	Уникальный идентификатор записи
4..11	Метка времени
12	<p>Тип события. Возможны следующие значения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 - выезд на встречную полосу. • 1 - нарушение скоростного режима. • 2 - останов транспортного средства. • 3 - начало затора. • 4 - конец затора.
13	<p>Для событий 0 и 1 содержит идентификатор класса транспортного средства:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 - мотоцикл. • 1 - легковой автомобиль.

	<ul style="list-style-type: none"> • 2 - грузовой автомобиль длиной до 11 м. • 3 - грузовой автомобиль длиной от 11 до 14 м. • 4 - грузовой автомобиль длиной свыше 14 м. • 5 - автобус. <p>Для остальных событий поле не используется.</p>
14	Для событий 0 и 1 содержит скорость транспортного средства (от 0 до 255). Для остальных событий поле не используется.

6.2. Запись дорожной статистики

Номер байта	Значение
0 .. 3	Уникальный идентификатор записи
4 .. 11	Метка времени
12, 13	Время накопления статистики (сек)
14, 15	Количество всех обнаруженных транспортных средств
16, 17	Количество обнаруженных мотоциклов
18, 19	Количество обнаруженных легковых автомобилей
20, 21	Количество обнаруженных грузовых автомобилей, длиной менее 11 м.
22, 23	Количество обнаруженных грузовых автомобилей, длиной от 11 до 14 м.
24, 25	Количество обнаруженных грузовых автомобилей, длиной более 14 м.
26, 27	Количество обнаруженных автобусов
28	Средняя скорость всех обнаруженных транспортных средств (км/ч)
29	Средняя скорость мотоциклов (км/ч)
30	Средняя скорость легковых (км/ч)
31	Средняя скорость грузовых, длиной менее 11 м (км/ч)
32	Средняя скорость грузовых, длиной от 11 до 14 м (км/ч)

Номер байта	Значение
33	Средняя скорость грузовых, длиной более 14 м (км/ч)
34	Средняя скорость автобусов (км/ч)
35	Среднеквадратичное отклонение скорости движения ТС (км/ч)
36	Средняя занятость полосы (%)
37	Средняя дистанция между ТС (м)
38	Средний интервал между ТС (с)
39	Число происшествий "Выезд на встречную полосу"
40	Число происшествий "Нарушение скоростного режима"
41	Число происшествий "Остановка ТС"
42	Количество зафиксированных заторов

6.3. Запись о ТС

Номер байта	Значение
0 .. 3	Уникальный идентификатор записи
4 .. 11	Метка времени
12	Идентификатор класса ТС: <ul style="list-style-type: none"> • 0 - мотоцикл. • 1 - легковой автомобиль. • 2 - грузовой автомобиль длиной до 11 м. • 3 - грузовой автомобиль длиной от 11 до 14 м. • 4 - грузовой автомобиль длиной свыше 14 м. • 5 - автобус.
13	Скорость ТС (км/ч)
14	Длина ТС (м)
15	Расстояние до предыдущего ТС (между передними бамперами) (м)
16	Интервал между текущим и предыдущим ТС (с)

17, 18	Позиция ТС. X - координата центральной точки на изображении (пиксели)
19, 20	Позиция ТС. Y - координата центральной точки на изображении (пиксели)



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

НТЦ Модуль
А/Я 166, Москва, 125190, Россия
Тел: +7 (499) 152-9698
Факс: +7 (499) 152-4661
E-Mail: rusales@module.ru
WWW: <http://www.module.ru>

©НТЦ Модуль, 2008-2014

Все права сохранены.

Никакая часть информации, приведенная в данном документе, не может быть адаптирована или воспроизведена, кроме как согласно письменному разрешению владельцев авторских прав. НТЦ Модуль оставляет за собой право производить изменения как в описании, так и в самом продукте без дополнительных уведомлений. НТЦ Модуль не несет ответственности за любой ущерб, причиненный использованием информации в данном описании, ошибками или недосказанностью в описании, а также путем неправильного использования продукта.

Напечатано в России. Дата публикации: 02/07/2015