

Передвижная дорожная лаборатория ДВС-3.

Передвижная лаборатория представляет собой автомобиль, оборудованный системой видеосъемки и системой геопривязки. При съемке маршрута записывается набор данных, состоящих из видеок кадров с привязкой к локальной системе координат.

Видеосъемка ведется при помощи 5 цифровых видеокамер, установленных в специальном кожухе на крыше автомобиля. Камеры установлены под углами 0, 45, 90, -45, -90 градусов от направления движения движения, что обеспечивает панорамный обзор с охватом 225 градусов.

Система геопривязки основана на гироскопах и датчике пути. Гироскопы обеспечивают измерение трех углов положения автомобиля: курс, тангаж (продольный уклон), крен (поперечный уклон). Датчик пути устанавливается на трансмиссии или колесе автомобиля. Расчет траектории производится путем интегрирования данных гироскопов и датчика пути.

Потоки данных видеосъемки и геопривязки синхронизированы по времени, что позволяет получить для каждого кадра положение и направление камеры в системе координат. На основании этих данных реализованы алгоритмы, осуществляющие пересчет координат из кадра на план объекта и обратно, что дает возможность получать координаты в плане объектов, видимых в кадре и накладывать на кадр модель, созданную в плане.

Аппаратура и программное обеспечение лаборатории, кроме основной функции обеспечения измерений, выполняет ряд функций по управлению аппаратурой и индикации режимов работы (управление режимами работы видеокамер, автоматическая регулировка яркости при помощи диафрагмы, установка шага съемки в метрах, включение омывателей и щеток на кожухе видеокамер, индикация работоспособности гироскопов, индикация напряжения питания).

Лаборатория и программное обеспечение используется для следующих видов работ:

- Разработка проектов разметки и дислокации дорожных знаков.
- Паспортизация улиц и дорог.
- Мониторинг состояния проезжей части.
- Наполнение дорожными данными гео-информационных систем.

Преимущества, предоставляемые использованием дорожной видеолaborатории:

- Производительность и безопасность полевых работ - при выезде на место требуется только проезд лаборатории, исключаются полевые работы, связанные с нахождением персонала на дороге.
- Полнота предоставления информации - лаборатория записывает изображение всех объектов, видимых при проезде, что позволяет, при необходимости, изменять или дополнять состав информации об обследуемом объекте без дополнительных полевых работ.
- Контролируемость результатов обследования и проектирования - исходные материалы в виде видеосъемки с привязкой к местности являются основой для решения спорных вопросов. Возможность наложения результатов камеральных работ на видеоизображение дороги позволяет избежать грубых фактических ошибок, возникающих, как правило, вследствие разрыва между полевыми и камеральными работами (производство полевых и камеральных работ разными исполнителями или с разрывом во времени).

В настоящее время создан опытный образец очередной версии передвижной дорожной видеолaborатории. Оборудование лаборатории монтируется на любом микроавтобусе. В состав оборудования входят: пять цифровых видеокамер, гироскопы, реверсивный датчик пути, электронный блок для сбора данных, компьютер.

5 видеокамер с разрешением 1392x1024 точки жестко установлены в герметичном всепогодном кожухе с омывателями и щетками. Объективы видеокамер оттарированы с точностью 0.1°.

Система гироскопов состоит из курсового гироскопа и гировертикали. Дрейф курсового гироскопа не более 1°/час. Разрешающая способность аппаратуры при съеме данных с гироскопов: по курсу – 0.025°; по крену и тангажу – 0.01°, частота съема данных - 400 Гц.

Разрешающая способность датчика пути – 4 см., точность измерений расстояния – 0.2%.

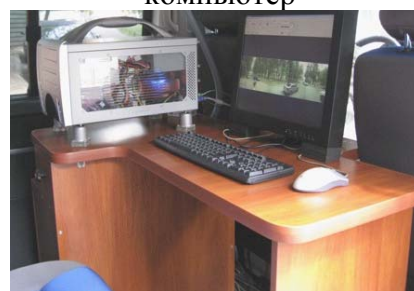
Состав оборудования лаборатории.



Оборудованный автомобиль.



Блок аппаратуры и компьютер



Рабочее место оператора.



Гироскопы.



Счетчик пути.



Кожух с камерами.

Основной принцип, лежащий в основе лаборатории, состоит в возможности проведения геометрических измерений объектов, видимых в видеокадре. При этом имеется возможность проводить не только измерения размеров объектов в пределах одного кадра, но и взаимного расположения объектов, находящихся в разных кадрах. В итоге, при использовании данных лаборатории, создается план дорожного объекта, являющийся, за исключением точностных характеристик, аналогом геодезического плана.

Для решения этой задачи необходимо иметь данные о положении автомобиля в каждый момент времени (координаты X, Y, Z в декартовой системе координат и три угла - курс, тангаж, крен), данные об относительном положении камер на автомобиле (X, Y, Z и три угла), а также данные о параметрах и геометрических искажениях каждого объектива.

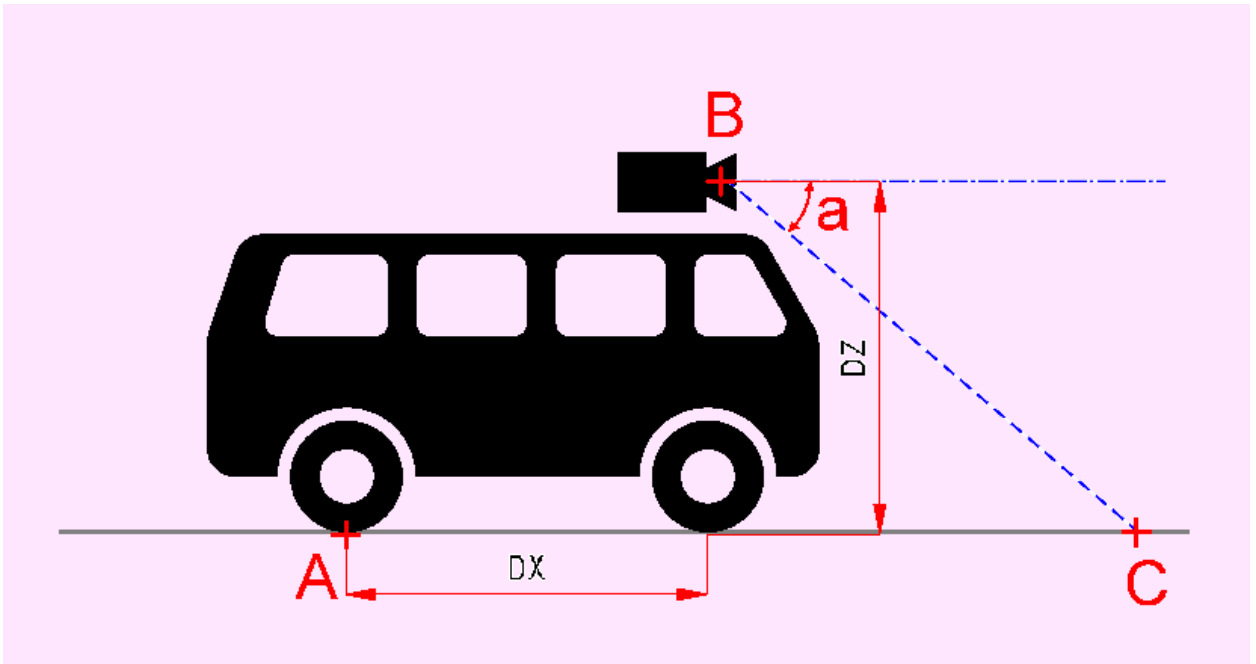
Для получения координат автомобиля (траектории) используется комплект механических гироскопов (курсовой гироскоп и гировертикаль) и датчик пути. Курсовой гироскоп при старте стабилизируется в произвольном направлении, и удерживается в нем за счет большого момента инерции вращающегося ротора. Съём данных об изменении курса происходит в узле вращения между корпусом прибора и карданным подвесом гиromотора. Гировертикаль содержит два взаимосвязанных гиروزла, с которых снимаются показания об углах крена и тангажа.

Гировертикаль имеет встроенную систему коррекции по направлению силы тяжести. Курсовой гироскоп не имеет системы коррекции по направлению, и поэтому подвержен дрейфу. Систематическая составляющая дрейфа исключается математическими средствами при обработке данных, случайная составляющая является одним из источников ошибок при вычислении траектории.

Датчик пути является реверсивным счетчиком оборотов колеса. Принципиальным требованием является установка датчика на заднем (не поворотном) колесе, т.к. в противном случае при интегрировании приращений в расчете траектории смещение автомобиля не будет соответствовать направлению, измеренному курсовым гироскопом. Необходимость использования реверсивного датчика пути (при движении назад показания пути уменьшаются) диктуется удобством производства полевых работ. В случае использования нереверсивного датчика пути любое движение задним ходом приведет к потере привязки к местности.

Расчет траектории ведется интегрированием приращений пути с направлением, соответствующим показаниям гироскопов. Полученная траектория располагается в условной системе координат. Если последующее использование данных лаборатории предполагает работу в какой-либо заданной системе координат, то применяется линейное преобразование (сдвиг и поворот).

Для расчета координат объектов, видимых в кадре, реализован алгоритм, который можно проиллюстрировать схемой (схема упрощена до двухмерной, в действительности все расчеты ведутся в трехмерной системе координат):

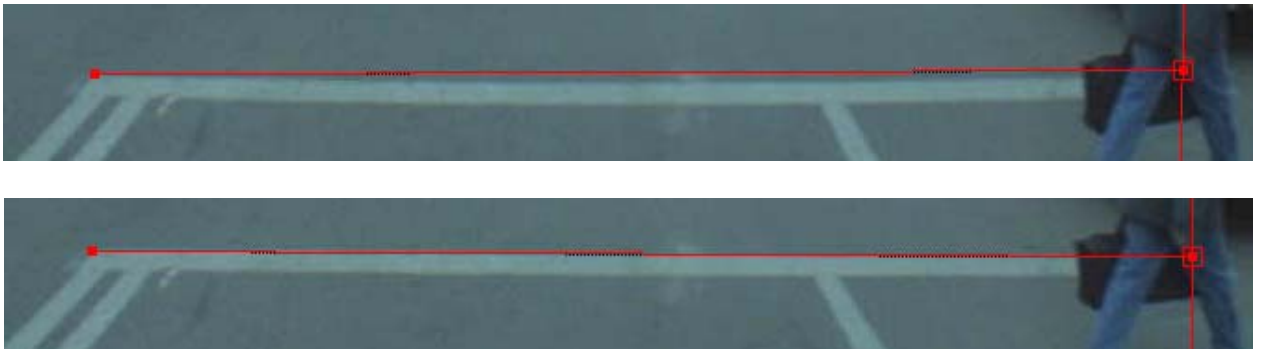


Точка "А" - координаты автомобиля, взятые из рассчитанной траектории, "В" - координаты камеры, рассчитанные исходя из точки "А", углового положения автомобиля и смещений камеры DX, DY, DZ относительно колеса, на котором установлен датчик пути. Направление оптической оси камеры вычисляется исходя из углового положения автомобиля и углового положения камеры относительно автомобиля. Точка "С" - объект на поверхности дороги, координаты которого необходимо вычислить. Угол "а" - направление визирования - вычисляется исходя из положения точки (пикселя) на кадре и данных тарировки объектива. Координаты точки "С" вычисляются как пересечение луча визирования и плоскости дороги.

Тарировка объектива представляет собой набор (сетку) пар значений, описывающих зависимость между направлением визирования и координатой точки (пикселя), соответствующего данному направлению. Для "идеального" объектива эта зависимость описывается простыми формулами, однако любой "реальный" объектив вносит геометрические искажения, которые различны не только для разных моделей, но и для разных экземпляров объективов, а также зависят от микронных неточностей в центровке объектива и светочувствительной матрицы.

Для иллюстрации можно привести кадр видеозображения до применения тарировки и после применения тарировки.





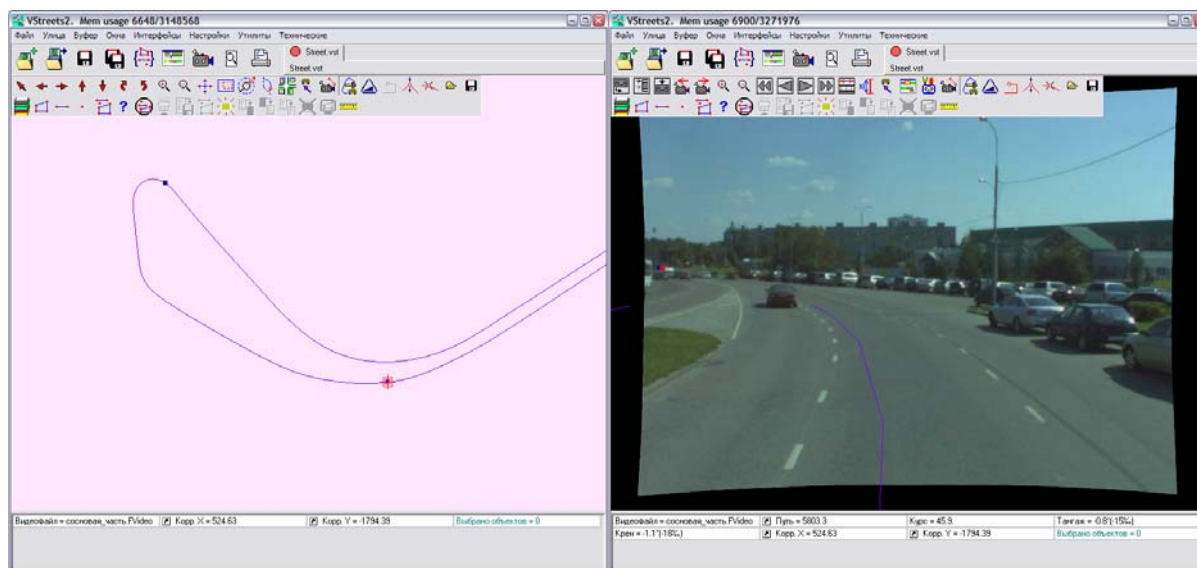
На фрагменте кадра без применения тарировок видно отклонение от прямой линии в изображении прямолинейного объекта (стоп-линии). Наиболее явные искажения проявляются в углах кадра (на кадре ниже бордюр, колонна, ряд окон). Желтыми линиями показана тарировочная сетка, применяемая для исправления искажений.



Описанная схема расчета координат является основой для всех работ по сбору дорожной информации, производимых при помощи лаборатории.

Камеральная обработка информации ведется в специализированном графическом редакторе VStreets2. Редактор имеет два основных режима работы - план и видео. Для иллюстрации работы редактора рассмотрим задачу построения плана дороги по результатам проезда лаборатории.

Открыв файл лаборатории, оператор имеет видеоизображение в режиме "видео" и траекторию движения в режиме "план".



В режиме "видео" имеется возможность переключиться на любую из камер.



Для создания объекта на плане оператор выбирает тип объекта и вводит точки непосредственно на кадре. Ограничения печатного формата этой публикации не позволяют насладиться созерцанием всей последовательности действий оператора. В результате ввода объектов на видеокдрах образуется план участка дороги.

VStreets2. Mem usage 6901/3272108

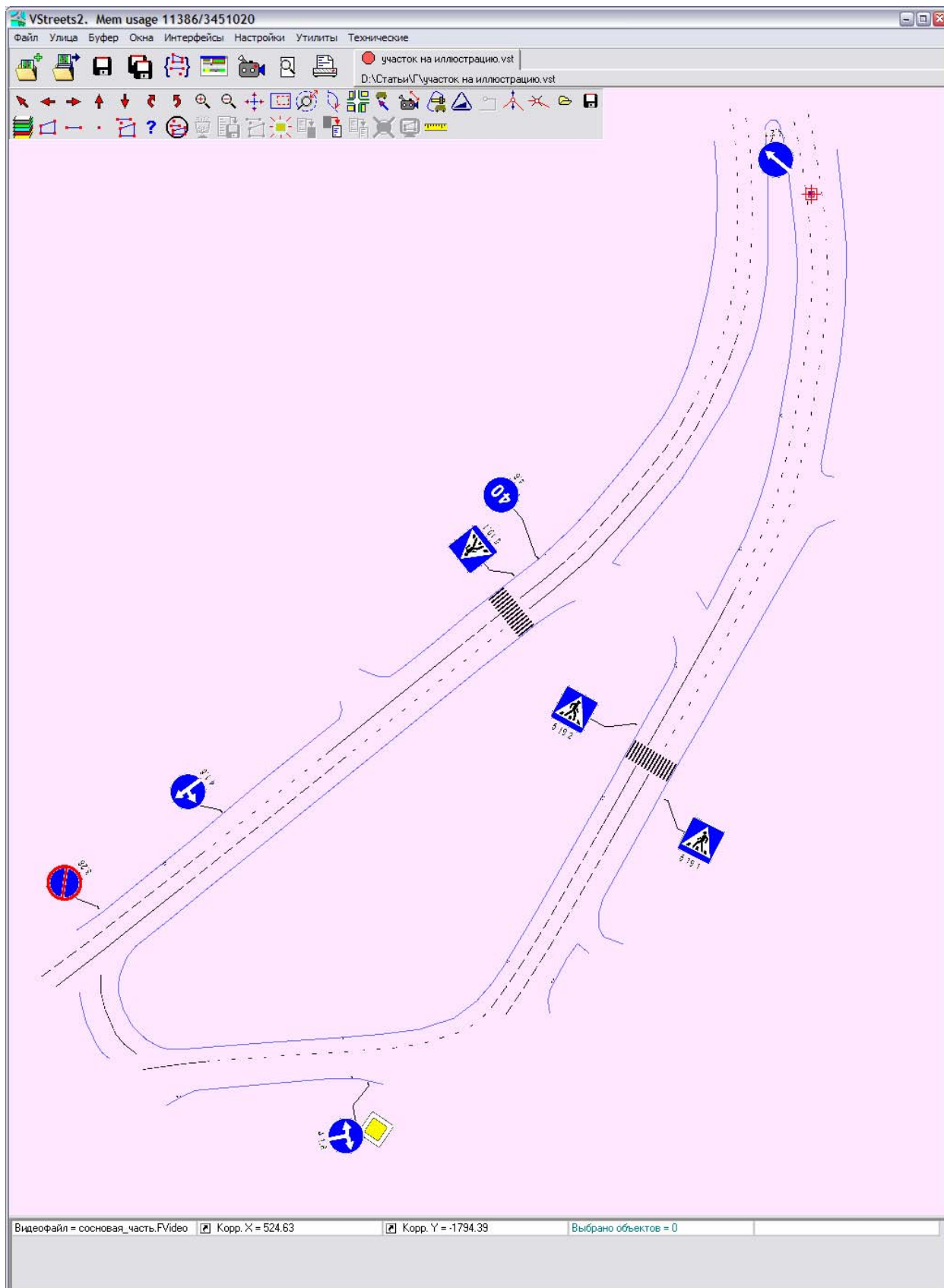
Файл Улица Буфер Окна Интерфейсы Настройки Утилиты Технические

Street.vst
Street.vst

Борт
Колодец
Решетка
Остановка
Линия разметки
Разметка стрелами
Разметка остановки
Разметка-зебра
Дорожный знак
Направляющая
Линейный дефект
Настройка...

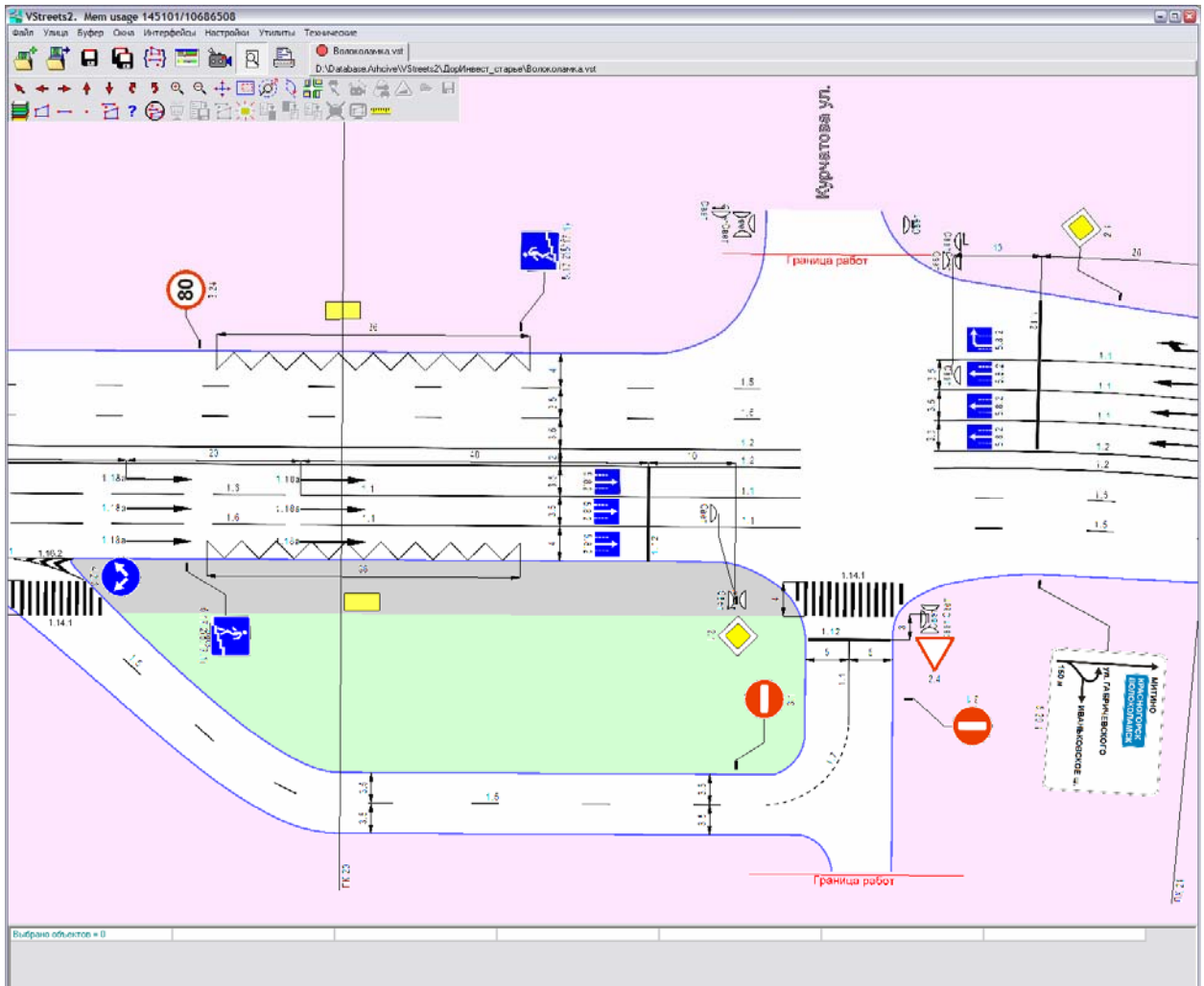
Видеофайл = основная_часть.FVideo	Путь = 5812.8	Курс = 49.6	Тангаж = -0.9%(-16%)
Крен = -1.4%(-24%)	Корр. X = 524.63	Корр. Y = -1794.39	Выбрано объектов = 0

Видеофайл = основная_часть.FVideo	Путь = 5811.5	Курс = 49.1	
Тангаж = -1.0%(-18%)	Крен = -1.3%(-23%)	Корр. X = 524.63	
Корр. Y = -1794.39	Выбрано объектов = 1	Тип = Борт	
Длина контура = 8.58	Коорд. абс. X = -454.90	Коорд. абс. Y = -4283.77	

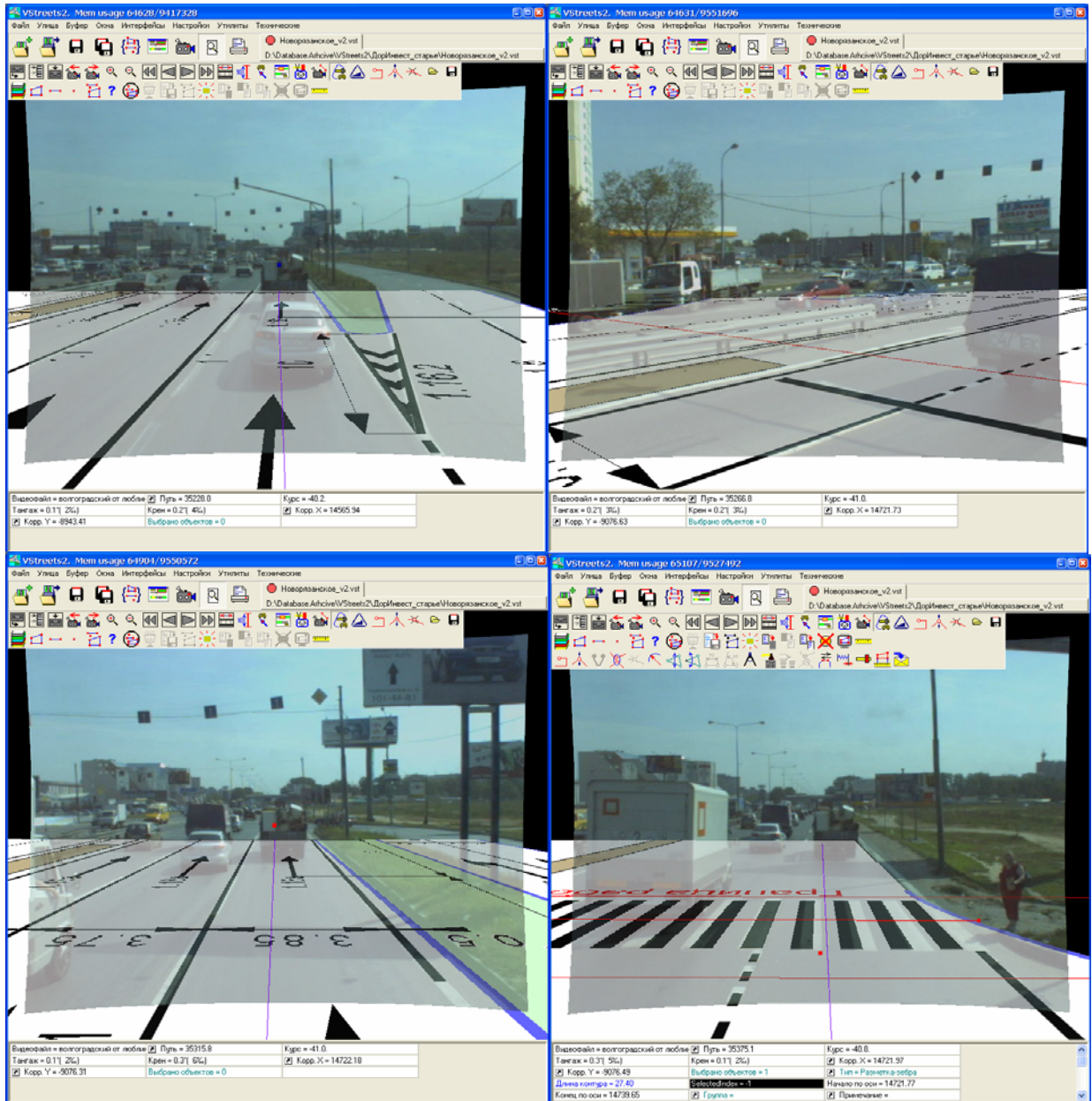


На создание данного участка плана Ваш покорный слуга потратил 29 минут. План содержит 1189 метров бордюрного камня, 12 водоприемных решеток, 9 дорожных знаков, 1170 погонных метров разметки.

Работа по созданию проектов разметки включает в себя создания плана дороги по вышеописанному методу и, собственно, проектирование. Программа содержит ряд средств, предназначенных для облегчения работы операторов при проектировании разметки. Это библиотека элементов разметки по ГОСТ, средства для построений в криволинейных системах координат, средства для автоматизации оформления чертежа (размещение подписей, размерных линий), средства подсчета объемов нанесения разметки как для всего объекта, так и для любого выбранного участка. На рисунке ниже показан фрагмент проекта разметки, составленного в графическом редакторе VStreets2.



В процессе проектирования оператор работает как на плане объекта, так и на видеоизображении, что позволяет видеть результаты проектирования, наложенные на реальное изображение дороги.



Для подсчета объемов разметки на любом участке дороги достаточно обвести полигоном интересующую область. В результате автоматического расчета программа выдает ведомость объемов разметки для выбранного участка.

Сводка					
Общие Разметка Знаки					
ГОСТ	Кол-во, шт	Длина, м	Площадь, кв.м.	Материал	Описание
1.1		211.9	31.79	Пластик белый	Сплошная линия шириной 15 см. (линия рядности)
1.2.1		235.9	47.18	Пластик белый	Сплошная линия шириной 20 см. (краевая линия)
1.2.2		0.0	0.00	Пластик белый	Прерывистая линия шириной 10 см. Штрих 1 м. , проме
1.3		0.0	0.00	Пластик белый	Двойная сплошная осевая линия шириной 20 см
1.4		0.0	0.00	Краска желтая	Сплошная линия шириной 10 см (желтого цвета)
1.5		319.6	11.99	Пластик белый	Прерывистая линия шириной 15 см, длина штриха 3 м,
1.6		74.7	8.41	Пластик белый	Прерывистая линия шириной 15 см, длина штриха 9 м,
1.7		14.8	1.11	Пластик белый	Прерывистая линия шириной 15 см, длина штриха 0.5
1.8		0.0	0.00	Пластик белый	Прерывистая линия шириной 40 см, длина штриха 1 м,
1.9		0.0	0.00	Пластик белый	Двойная прерывистая линия шириной 20 см, длина шт
1.10		0.0	0.00	Краска желтая	Прерывистая линия шириной 10 см, длина штриха 1 м,
1.11		0.0	0.00	Пластик белый	Сплошная линия с прерывистой, ширина линий 20 см,
1.12	3	37.5	15.01	Пластик белый	Поперечная сплошная линия шириной 40 см ("стоп-ли
1.13	0	0.0	0.00	Краска белая	Обозначение места где водитель обязан уступить дор
1.25	0	0.0	0.00	Пластик белый	Квадраты 0.4 * 0.4 м. в шахматном порядке. (Обознач
1.15	0	0.0	0.00	Пластик белый	Квадраты 0.4 * 0.4 м. с шагом 0.8 м. Расстояние межд
1.18a	6		9.52	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (пря
1.18б	0		0.00	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (пря
1.18в	0		0.00	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (пря
1.18г	0		0.00	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (пов
1.18д	0		0.00	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (пов
1.18е	0		0.00	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (напр
1.18ж	0		0.00	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (напр
1.18з	0		0.00	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (нале
1.18и	0		0.00	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (пря
1.18к	0		0.00	Краска белая	Обозначение направлений движения по полосам (пря
1.19a	0		0.00	Краска белая	Обозначение приближения к сужению проезжей части
1.19б	0		0.00	Краска белая	Обозначение приближения к сужению проезжей части
1.17	2	108.8	10.88	Краска желтая	Разметка остановки общ. транспорта. Желтая линия
1.14.1	2	76.0	30.40	Краска белая	Разметка пешеходного перехода. Линии шириной 40 с
1.16.1	0		0.00	Краска белая	Островок. Разделение тр. потоков противоположных н
1.16.2	1	3.9	1.96	Краска белая	Островок. Разделение тр. потоков одного направлени
1.16.3	0		0.00	Краска белая	Островок. Слияние тр. потоков

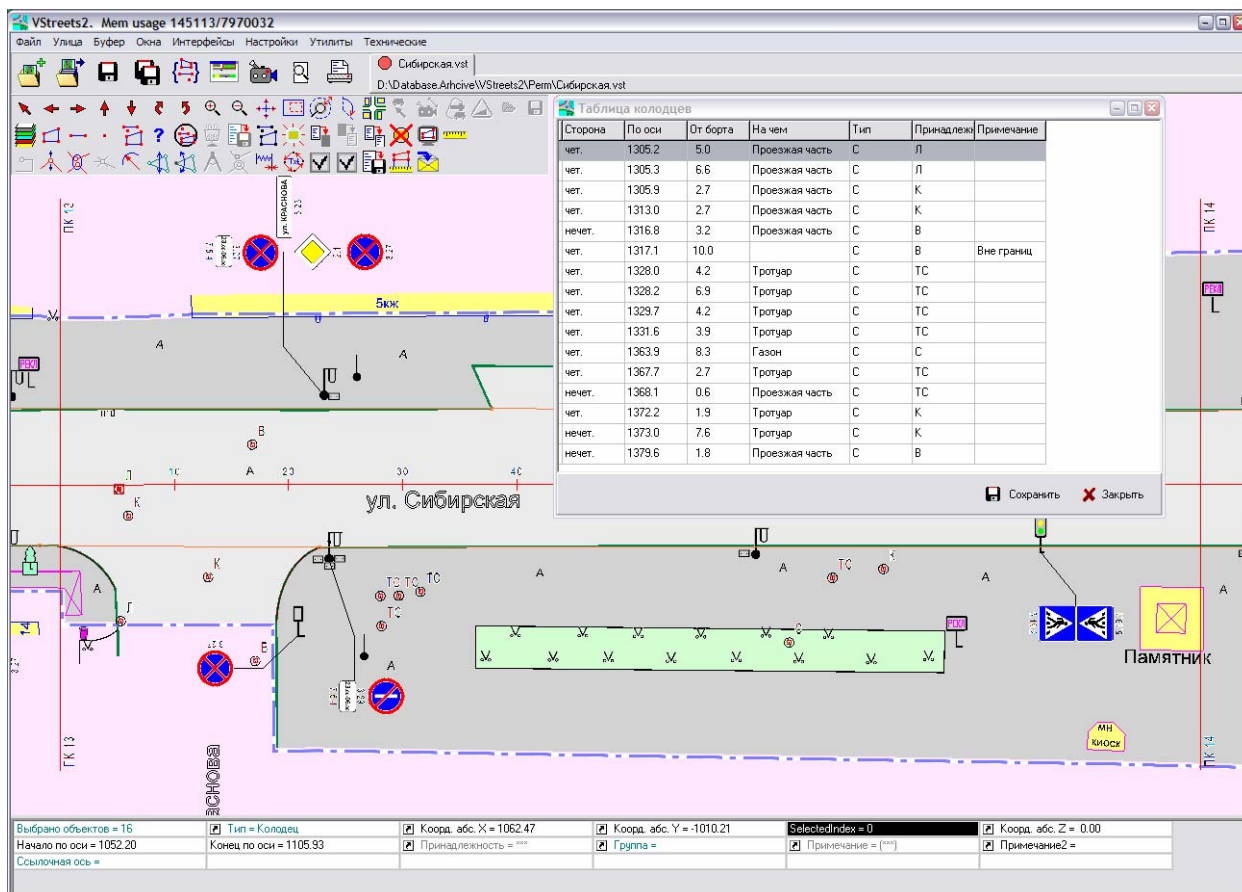
Материалы				Площадь области: 11263.1 кв. м.	
Пластик белый	Площадь 115.5 кв. м.	Пластик желтый	Площадь 0.0 кв. м.		
Краска белая	Площадь 41.9 кв. м.	Краска желтая	Площадь 10.9 кв. м.		

Работы по паспортизации городских улиц требуют сбора больших объемов информации. Для примера можно рассмотреть содержание паспорта на дорожный объект согласно инструкции, утвержденной в г.Москве.

Раздел 1. ИСХОДНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ	4-1	5
Форма 1.1 Схема расположения объекта	4-1	5
Раздел 2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕКТА	5-1	6
Форма 2.1. Сводные сведения по объекту	5-1	6
Форма 2.2. Классификационные характеристики объекта	6-1	8
Форма 2.3. Баланс территории	7-1	9
Форма 2.4. Характеристики движения транспорта	8-1	10
Форма 2.5. Уборочные территории	9-1	11
Раздел 3. ПЛОСКОСТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОБЪЕКТА	10-1	15
Форма 3.1. Проезжая часть	10-1	15
Форма 3.2. Тротуары, пешеходные зоны и дорожки	11-1	17
Форма 3.3. Бортовой камень	12-1	20
Форма 3.4. Прочие территории	13-1	22
Раздел 4. ЭЛЕМЕНТЫ СЕТИ НАЗЕМНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА	14-1	23
Форма 4.1. Трамвайные пути	14-1	23
Форма 4.2. Троллейбусные контактные сети*	15-1	25
Раздел 5. ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	16-1	26
Форма 5.1. Люки смотровых колодцев и решетки водоприемных колодцев	16-1	26
Форма 5.2. Прочие инженерные сооружения*	17-1	31
Раздел 6. ЭЛЕМЕНТЫ ОБУСТРОЙСТВА	18-1	32
Форма 6.1. Остановки общественного транспорта	18-1	32
Форма 6.2. Опоры освещения и контактных сетей*	19-1	33
Форма 6.3. Малые архитектурные формы и прочие элементы	20-1	35
Раздел 7. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ*	21-1	36
Форма 7.1. Дорожные знаки и информационные указатели*	21-1	36
Форма 7.2. Ограждающие и направляющие устройства*	22-1	38
Форма 7.3. Светофорные объекты*	23-1	39
Форма 7.4. Сведения о дорожной разметке*	24-1	40
ПРИЛОЖЕНИЯ	П.1-1	41
Приложение 1. ОЗЕЛЕНЕННЫЕ ТЕРРИТОРИИ*	П.2-1	42
Форма П.1.1. Деревья*	П.2-1	42
Форма П.1.2. Кустарники*	П.3-1	43
Форма П.1.3. Газоны и цветники*	П.4-1	44
Приложение 2. ХАРАКТЕРНЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ М 1:100*	П.5-1	45
Приложение 3. СХЕМА ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ М 1:500*	П.6-1	46
Приложение 4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ*	П.7-1	47
Форма П.4.1. Расчет балансовой стоимости объекта*	П.7-1	47
Приложение 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ОБЪЕКТА*	П.8-1	48
Форма П.5.1. Ведомость дефектов объекта*	П.8-1	48
Форма П.5.2. Акт отбора кернов (вырубок) из дорожного покрытия*	П.9-1	49
Форма П.5.3. Сведения о проведенных работах*	П.10-1	50
Приложение 6. ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАН ОБЪЕКТА М 1:500	П.11-1	51
Приложение 7. ПЛАН-СХЕМА ОБЪЕКТА М 1:500	П.12-1	52
Форма П.7.1. Условные обозначения	П.13-1	54
Приложение 8. СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛНИТЕЛЯХ И ПАСПОРТЕ ОДХ	П.14-1	59

Состав информации и способы ее подачи на бумажном носителе могут быть подвергнуты критике, однако необходимость для эксплуатирующих организаций полной и детальной информации о дорожных объектах никто всерьез не оспаривает.

Для исполнителя работ по паспортизации лаборатория и программное обеспечение представляют собой инструмент, повышающий производительность работ при сборе и обработке информации. Оператор при производстве работ практически не имеет дела с цифрами, работает с графически представленной информацией на плане объекта и на видеоизображении. Отчеты формируются на основе обработанного графического материала автоматически. Для примера на рисунке ниже представлен фрагмент план-схемы, для которого необходимо сформировать отчет о смотровых колодцах. Оператор выделяет интересующие объекты и автоматически выводит отчет.



Значения пикетажной привязки, расстояния от ближайшего борта, расположение колодца (на проезжей части, тротуаре, газоне) заполняются программой автоматически. Подобным образом формируются отчеты о всех элементах дороги (проезжая часть по участкам, тротуары, газоны, бордюрный камень, остановочные площадки и павильоны, ограждения, столбы освещения и пр.).

При использовании в паспортизации дорожной видеолaborатории, помимо утвержденной формы документа в составе текстового отчета и плана в масштабе 1:500, заказчик может получить данные видеосъемки с привязкой к местности, что позволяет проверять проведенные работы. Кроме того, даже основательно продуманная форма паспорта не может предусмотреть все разнообразие реальных ситуаций на объекте и все варианты информации, которая может потребоваться для принятия управленческих решений. В таких случаях обращение к видеоданным часто может заменить выезд на объект с целью дополнительного обследования.

Успешный опыт проведения паспортизации с применением дорожной видеолaborатории имеется в г.Пермь. По заказам администрации г.Пермь фирмой "ЗАО Панорама" в течение последних 3-х лет была проведена паспортизация всех улиц и дорог Перми с составлением текстовых отчетов, план-схем масштаба 1:500, предоставлением результатов работ и видеосъемки в электронном виде. Для просмотра электронной формы паспорта заказчику предоставляется программное обеспечение, имеющее полную функциональность (в том числе по работе с видео), за исключением возможности внесения изменений в данные.

В 2007 году для ГУ ЦОДД (центр организации дорожного движения) г. Москвы МАДИ совместно с ОАО "Петросервис" была проведена работа по созданию геоинформационной системы "Дорожные знаки". Созданная ГИС содержит информацию о всех дорожных знаках, расположенных в административных границах г. Москвы, и предоставляет средства для текущего обновления информации о дорожных знаках.

ГИС была создана на основе картографической информации ЕГКО (единая государственная картографическая основа). Для наполнения первичной информацией о расположении дорожных знаков был произведен объезд всей дорожно-уличной сети г. Москвы лабораторией дорожной видеосъемки. Общая длина траекторий проездов лаборатории составила 7665 км. Полученные видеоматериалы были привязаны к картографической подоснове (локальная система координат каждого проезда преобразовывалась в систему координат ЕГКО на основе совпадения характерных объектов). После приведения систем координат операторы вводили информацию о дорожных знаках с видеоизображения. Координаты опоры знака вводились указанием опоры на видеокадре, состав знаков выбирался из библиотеки знаков по ГОСТ, для знаков индивидуального проектирования дополнительно сохранялось изображение из видеокадра.

В настоящее время ЦОДД г. Москвы имеет в своем распоряжении карту с расположенными на ней дорожными знаками и проездами лаборатории, с возможностью просмотра паспорта на каждый знак и видеоизображения любого участка улично-дорожной сети. Также для текущего обновления информации ГУ ЦОДД приобрел лабораторию и программный комплекс для обработки данных.