

ООО «САЛЮТ»

Системы измерительные с автоматической фотовидеофиксацией
многоцелевые «ПРИЗМА-М»

**Описание функциональных характеристик специального
программного обеспечения ПРИЗМА-М**

Жуковский, 2022 год

Содержание

1.	Введение	3
2.	Структурная схема состава СПО	4
2.1.	Перечень и описание программных модулей, входящих в состав СПО АПК .	4
2.1.1.	Модуль сбора данных	5
2.1.2.	Ядро СПО	5
2.1.3.	Модуль аналитики и распознавания.....	6
2.1.4.	Модуль диагностики и статистики	6
2.1.5.	Удаленный модуль доступа к данным.....	6
3.	Функциональные характеристики СПО	7
3.1.	Описание процессов взаимодействия модулей и компонентов, входящих в состав СПО АПК	7
3.2.	Описание процессов взаимодействия СПО с внешними устройствами.....	8
3.3.	Описание процессов взаимодействия доработанного СПО АПК с внешними информационными системами.....	10
4.	Методы и средства разработки программного обеспечения	13
5.	Операционная система.....	13

1. Введение

Специальное программное обеспечение (далее - СПО) для систем измерительных с автоматической фотовидеофиксацией многоцелевых «ПРИЗМА-М» (далее – АПК (аппаратно-программный комплекс)), разделяется на несколько прикладных частей, в зависимости от назначения, а именно:

- получение и анализ изображений от камеры машинного зрения, а также получение и анализ данных о параметрах движения ТС от радиолокационного модуля АПК с целью поиска транспортных средств в зоне контроля ПКД;
- обработка анализа изображений и данных, формирование информации (пакета данных) о параметрах движения найденного транспортного средства в зоне контроля АПК;
- удаленная настройка и контроль состояния параметров работы АПК.

Часть, отвечающая за анализ изображений — это специальное программное обеспечение, которое обрабатывает видеокадры, поступающие каждые 40 мс. от камеры машинного зрения на вычислительный модуль, установленный внутри АПК, и вычисляет автомобили с установленными государственными регистрационными знаками (ГРЗ), пересекающие зону контроля.

Часть, отвечающая за обработку изображений и данных с радиолокационного модуля — это специальное программное обеспечение ПКД, которое собирает характеристики о движении транспортного средства (в т.ч. включая в себя метрологическую часть, с расчетами скорости движения ТС и привязки его положения на проезжей части к точному сигналу времени), формирует пакет данных о характеристиках движения.

Часть, отвечающая за удаленную настройку, позволяет удаленному пользователю получать текущие значения настроек АПК, изменять их, а также осуществлять мониторинг рабочих параметров комплекса, получать текущие видеоизображения от камер АПК, собирать статистику по работе прибора, в т.ч. о зафиксированных проездах ТС в зоне контроля АПК.

2. Структурная схема состава СПО

Структурная схема состава СПО АПК представлена на рисунке 1.

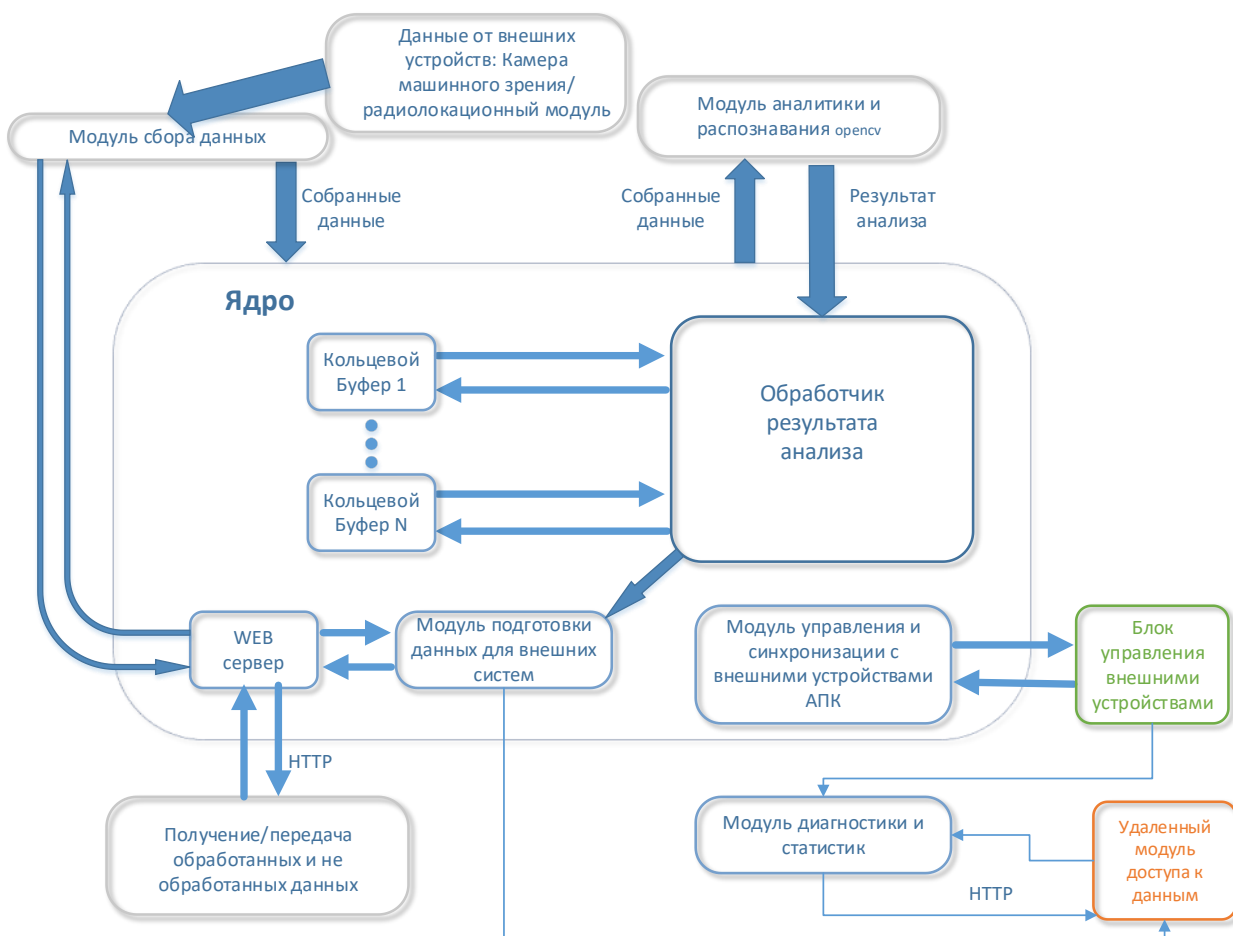


Рис.1. Структурная схема СПО АПК

2.1. Перечень и описание программных модулей, входящих в состав СПО АПК

В состав СПО АПК входят следующие основные модули:

- **Модуль сбора данных** - осуществляет первичный сбор информации (изображений и данных о параметрах движения ТС в зоне контроля АПК), поступающих от камеры машинного зрения и радиолокационного модуля.
- **Ядро СПО** - является основным центральным модулем СПО АПК.
- **Модуль аналитики и распознавания** - осуществляет анализ поступившей информации от модуля сбора данных
- **Модуль диагностики и статистики** - осуществляет сбор и передачу информации и параметров функциональных составляющих

- **Удаленный модуль доступа к данным** - представляет из себя VPN сервис, обеспечивающий доступ к различного рода данным АПК через внешний облачный сервер.

2.1.1. Модуль сбора данных

Модуль сбора данных осуществляет первичный сбор информации (изображений и данных о параметрах движения ТС в зоне контроля АПК), поступающих от камеры машинного зрения и радиолокационного модуля.

Модуль ориентирован на различные форматы предоставления видеоинформации от оборудования, как в виде принятия RTSP потока, так и в виде набора кадров в любом графическом формате. Данные от радарного модуля поступают в модуль сбора данных в соответствии с установленным протоколом обмена, разработанным производителем оконечного устройства. Интерфейс передачи – CAN.

2.1.2. Ядро СПО

Ядро - является основным центральным модулем СПО АПК, работа которого происходит без остановки, с постоянным нахождением в ОЗУ вычислительного модуля АПК.

Ядро СПО АПК состоит из нескольких специализированных модулей, функционирующих в постоянном режиме, вне зависимости от признаков подтверждения наличия ТС в кадре модулем аналитики. В состав Ядра входят такие модули как:

- Обработчик результатов анализа.
- Кольцевые буферы.
- WEB сервер.
- Компонент подготовки данных для внешних систем.
- Компонент управления и синхронизации внешними устройствами АПК.

Обработчик результатов анализа необходим для обработки результатов, поступающих в ядро от модуля аналитики. В зависимости от настроек, результатом работы модуля является значение характеристик параметров движения ТС, оказавшегося в зоне контроля АПК.

Кольцевые буферы служат для сбора данных от обработчика результатов по каждому обнаруженному модулем аналитики ТС в кадре, обеспечивая расчет параметров движения ТС обработчиком в зоне в параллельном режиме, позволяя производить материал для модуля подготовки данных для нескольких целей одновременно, при этом, материал, в зависимости от настроек, подготавливается с флагами фиксации заложенных нарушений ПДД, либо обычной фиксации проезда, с сохранением параметров движения и атрибутов зафиксированного транспортного средства.

Компонент подготовки данных для внешних систем служит аккумулятором сбора данных, подготовленных обработчиком с использованием кольцевых буферов для конечного потребления. Модуль формирует пакет данных (фотографии ТС в зоне контроля с указанием параметров движения ТС, файл данных и файл цифровой подписи), архивирует его в формат *.TAR и делает доступным для внешних систем, путем копирования на путь доступный из вне, либо путем отправки на внешний сервер, с использованием протокола FTP.

Компонент управления и синхронизации внешними устройствами АПК обеспечивает верхнеуровневое управление аппаратным блоком управления внешними устройствами. Данный блок обеспечивает распределение электропитание такими аппаратным блоком, таким как: импульсный ИК-прожектор, LTE-модем, GPS/Глонасс-приемник, модуль управления объективом, радиолокационный модуль и т.д. Управление синхронизацией данного оборудования, входящего в состав АПК, в зависимости от решаемых задач выполняется модулем управления и синхронизации внешними устройствами.

2.1.3. Модуль аналитики и распознавания

Модуль аналитики и распознавания осуществляет анализ поступившей информации от модуля сбора данных, который позволяет произвести поиск транспортного средства в зоне контроля АПК за счет применения доплеровского метода, используемого в радиолокационном модуле и дальнейшего поиска границ номерного знака ТС, с применением обученных каскадов Хаара, который, в свою очередь, позволяют анализировать область на предмет наличия в ней характерных для номера отношений, точек или градиентов. Метод достаточно устойчив, т.к. основан на специально синтезированном преобразовании. Модуль аналитики привязывает найденную рамку ГРЗ к ТС, с полученными данными от радиолокационного модуля о расстоянии ТС с данной рамкой, относительно АПК.

2.1.4. Модуль диагностики и статистики

Модуль диагностики и статистики осуществляет сбор и передачу информации и параметров функциональных составляющих состояния аппаратных компонентов АПК, а также обработанных данных, доступных для внешних систем.

2.1.5. Удаленный модуль доступа к данным

Удаленный модуль доступа к данным представляет из себя vpn сервис, обеспечивающий доступ к различного рода данным АПК через внешний облачный сервер. За счет данного модуля пользователь может получать данные от АПК, включая обработанные и «сырые» данные, осуществлять настройки конфигурации АПК, получать статистику параметров аппаратных составляющих АПК (таких как температура в различных точках АПК, напряжение питания аппаратных модулей, текущие координаты АПК, состояние дискового пространства и т.д.). Кроме этого, модуль обеспечивает автоматическое обновление программного обеспечения АПК.

3. Функциональные характеристики СПО

3.1. Описание процессов взаимодействия модулей и компонентов, входящих в состав СПО АПК

Данные от внешних устройств, представляющих из себя источники получения видеоизображения в виде видеопотока или в виде набора изображений области контроля движения ТС, а также данные с параметрами движения ТС в зоне контроля, поступающие от радиолокационного модуля, поступают в модуль сбора данных. Достигая определенного значения (в зависимости от разрешения источника данных, параметр может варьироваться от нескольких килобайт до нескольких мегабайт), за счет Ядра, данные передаются в модуль аналитики и распознавания, где происходит анализ полученной информации.

Обработанная модулем аналитики информация, с помощью механизмов взаимодействия, организованных ядром СПО, передается в обработчик результатов, который, в свою очередь, фиксирует значения характеристик параметров движения обнаруженного в зоне контроля ТС, в зависимости от настроек параметров АПК. Как правило, в состав таких характеристик входят:

- координаты пластины номерного знака ТС;
- скорость движения ТС;
- тип ТС (грузовой, легковой, мотоцикл);
- высота и ширина рамки ГРЗ;
- значение ГРЗ;
- время;
- и т.д. (зависит от настроек регистрируемых параметров).

В свою очередь, обработчик результатов, используя матрицу кольцевых буферов с уникальными динамическими ID, организованными в соответствии обнаруженными модулем аналитики ТС в зоне контроля, делает привязку найденной в пространстве рамки ГРЗ к зафиксированному радиолокационным методом ТС.

За счет использования пула кольцевых буферов с уникальным идентификатором, полученным при получении данных об обнаружении ТС, обработка параметров движения происходит сразу нескольких ТС, попавших в зону контроля. Лимит количества кольцевых буферов ограничивается объемом оперативной памяти, без использования кэширования жесткого диска. Конфигурация аппаратного обеспечения АПК позволяет организовать отслеживание не менее 60-ти целей одновременно.

После обработки, данные передаются в модуль подготовки данных для внешних систем, где формируется пакет данных, характеризующих проезд транспортного средства через зону контроля, архивируется и помещается на

общедоступный ресурс, организованный через WEB-сервер, входящий в состав Ядра СПО.

Для обеспечения управления электропитанием и обменом информации при синхронизации внешних модулей, входящих в состав АПК, используется модуль управления и синхронизации внешними устройствами АПК. Работа данного модуля основана на настройках параметров функционирования АПК, а также показаниях датчиков, входящих в состав АПК. Значения показания датчиков передаются в модуль из блока управления внешними устройствами, имеющего собственное программное обеспечение низкого уровня, позволяющего управлять электропитанием и взаимодействием шин данных внешних устройств. Программное обеспечение блока управление основано на взаимодействии списка команд микроконтроллера MSP430 с командами, поступающими от модуля управления и синхронизации внешними устройствами.

Модуль диагностики и статистики получает данные от блока управления внешними устройствами и раз в 5 минут передает их на удаленный модуль доступа к данным. В состав таких данных входят:

- температура вычислительного блока;
- температура в корпусе;
- напряжения на различных модулях АПК;
- количество спутников;
- текущие координаты комплекса и время;
- значения дискового пространства;
- и т.д.

Доступ к данным модуля диагностики, а также к данным модуля сбора данных обеспечивается за счет удаленного модуля доступа к данным по протоколу HTTP, за счет доступа к облачному ресурсу, где организовывается сбор данных от модуля подготовки данных и модуля диагностики и статистики.

3.2. Описание процессов взаимодействия СПО с внешними устройствами

Как описывалось ранее, для обеспечения управления электропитанием и обменом информации при синхронизации внешних модулей, входящих в состав АПК, используется модуль управления и синхронизации внешними устройствами АПК. Работа данного модуля основана на настройках параметров функционирования АПК, а также показаниях датчиков, входящих в состав АПК.

Значения показания датчиков передаются в модуль из блока управления внешними устройствами, имеющего собственное программное обеспечение низкого уровня (микрокод), позволяющего управлять электропитанием и взаимодействием шин данных внешних устройств. Программное обеспечение блока управление основано на взаимодействии списка команд микроконтроллера

MSP430 с командами, поступающими от модуля управления и синхронизации внешними устройствами.

Микроконтроллер MSP430 обеспечивает взаимодействие внешних устройств АПК между собой, за счет драйверной компоненты разработанного модуля управления и синхронизации с внешними устройствами.

MSP430 может практически моментально переходить в активный режим из режимов LPM. Столь динамичный переход происходит за счет крайне малого времени выхода осциллятора DCO на устойчивый режим работы: возрастание частоты до 25 МГц не более чем за 1 мкс. Эта возможность очень важна для приложений, работающих в режимах пониженного энергопотребления, т.к. позволяет эффективно использовать ЦПУ в короткие моменты пробуждения и увеличить время пребывания в режимах LPM.

Сброс при понижении напряжения (BOR) в режиме сверхмалого потребления. В MSP430 защита BOR постоянно включена во всех режимах, что гарантирует максимальную надежность даже в режимах сверхнизкого потребления. BOR обнаруживает снижение напряжения ниже допустимого уровня и сбрасывает МК, когда питание восстанавливается. Это особенно важно при питании от аккумуляторов.

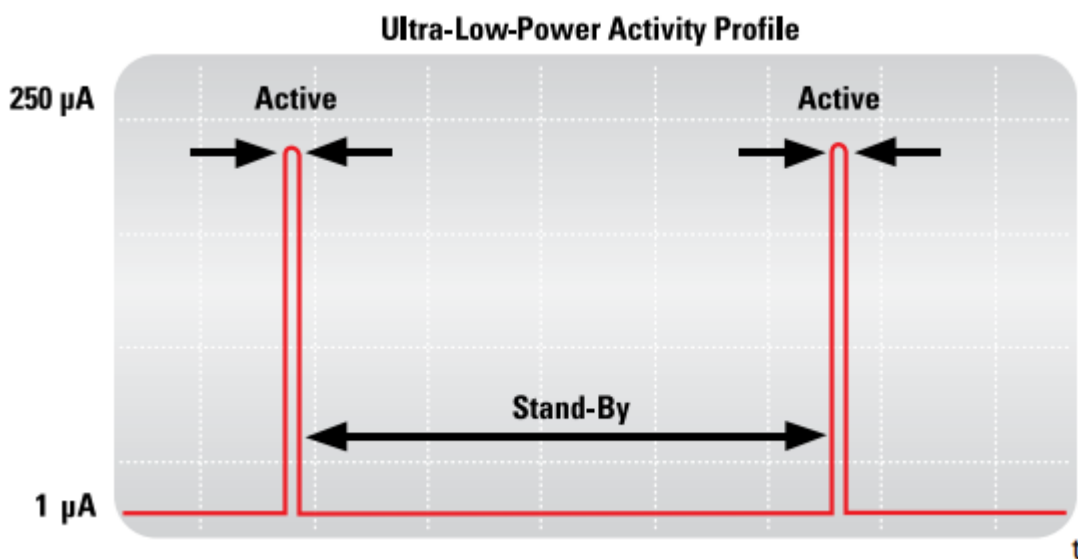
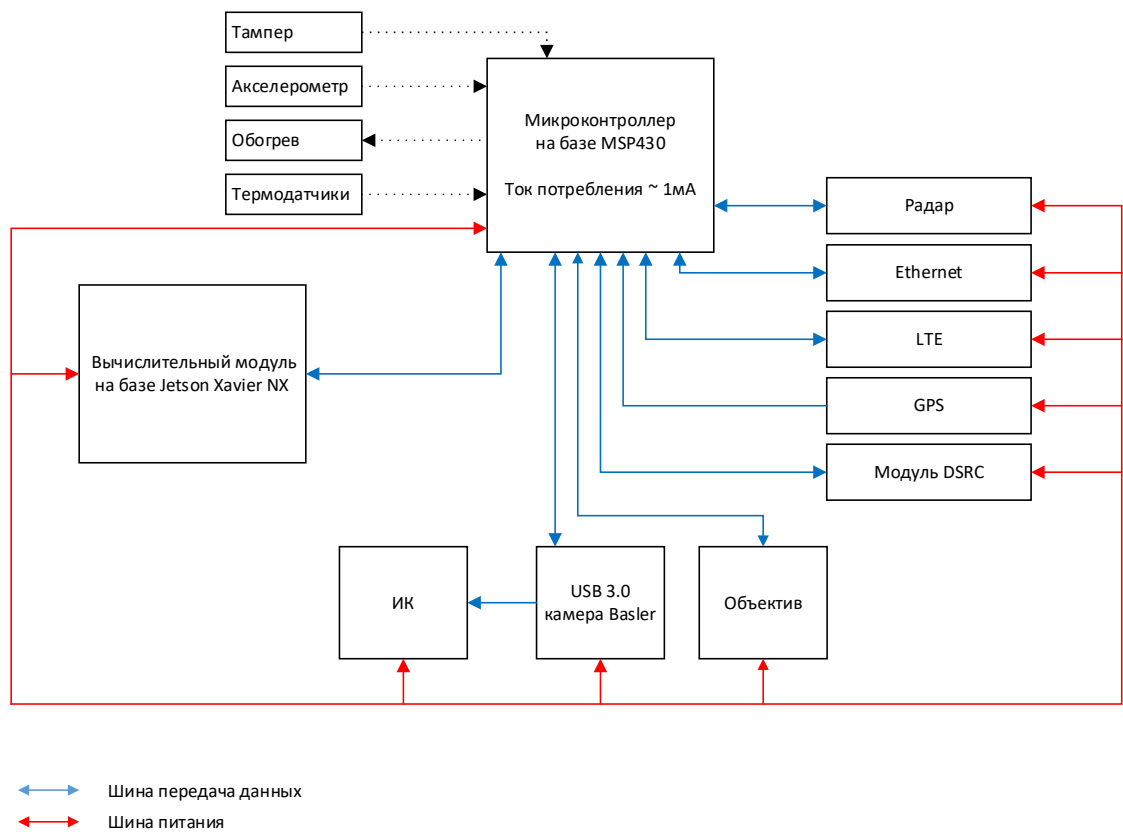


Рис. 2. Сверхбыстрый старт DCO за 1 мкс.

Функциональная схема взаимодействия аппаратных компонентов АПК, обеспеченная модулем сопряжения и обработки сигналов компонент, разработанного на базе МК MSP430, показана на Рисунке 3.



Продукт №1

Рис. 3. Функциональная схема взаимодействия компонентов АПК мониторинга дорожной ситуации

3.3. Описание процессов взаимодействия доработанного СПО АПК с внешними информационными системами

Как было описано выше, взаимодействие с внешними подсистемами, в доработанном СПО АПК, осуществляется за счет модуля подготовки данных для внешних систем, а так же за счет встроенного в Ядро WEB-сервера, позволяющего осуществлять доступ от внешних подсистем к заранее определенным пользователем локальным ресурсам, где формируется пакет данных, необходимых для фиксации нарушения ПДД или фиксации проезда через зону контроля ТС.

Модуль подготовки данных формирует и помещает локально на собственный носитель или отправляет на заранее заданный внешний сетевой диск внешней системы, либо использует FTP протокол для передачи данных на внешней сервер сторонней системы ЦОД или ЦАФАП *.TAR архив, состоящий из комплекта файлов, а именно:

- фотографии проезда (при нарушении ПДД – подборка снимков);
- файла цифровой подписи для данного пакета;

- XML файла в формате, принимаемом большинством систем обработки данных, установленных в ЦАФАП.

Формат XML файла в составе пакет выглядит следующим образом:

```
<?xml version="1.0" encoding="windows-1251"?>
  <report>
    <targetinfo>
      <nASTRAAPK>4.4.1.21420</nASTRAAPK>
      <nImagePresent>1</nImagePresent>
      <nSize>88909</nSize>
      <nImageWidth>0</nImageWidth>
      <nImageHeight>0</nImageHeight>
      <nRadarPresent>0</nRadarPresent>
      <nDisplaySpeed>57</nDisplaySpeed>
      <tRadarName>СВН ПДД &quot;Призма-М&quot;</tRadarName>
      <tDeviceSerial>00.03-06 17-1 42007</tDeviceSerial>
      <tCertificateNumber>08/2858</tCertificateNumber>
      <tChannel>0</tChannel>
      <tCertificateExpDate>10.07.2019</tCertificateExpDate>
      <tSensorName>5км+200м
P-001 &quot;_____ МЕСТО _____&quot;</tSensorName>
      <tLocationCode>000000000</tLocationCode>
      <nSpeedThreshold>90</nSpeedThreshold>
      <nTimeRedLight>0</nTimeRedLight>
      <nCarLength>4.4</nCarLength>
      <tLatitude>33.28573</tLatitude>
      <tLongitude>54.88994</tLongitude>
      <nDirection>1</nDirection>
      <nDatetime>1547527297</nDatetime>
      <nTZOffset>+3.00</nTZOffset>
      <tTargetGlobalUID>00dea0d42a93d0699c173cc0a72f5a29</tTargetGlobalUID>
      <tPCross>0</tPCross>
      <nOverSpeed>0</nOverSpeed>
      <nParkALine>0</nParkALine>
      <tStayRestrict>0</tStayRestrict>
      <nRedLight>0</nRedLight>
      <nStopLine>0</nStopLine>
      <tPPrior>0</tPPrior>
      <nWrongDirection>0</nWrongDirection>
      <nWrongLine>0</nWrongLine>
```

<nWrongDirection>0</nWrongDirection>
<nWrongTurn>0</nWrongTurn>
<nTramways>0</nTramways>
<tPCross>0</tPCross>
<tLicenseNumber>K777KK777</tLicenseNumber>
<nRectNumX1>618</nRectNumX1>
<nRectNumY1>839</nRectNumY1>
<nRectNumX2>618</nRectNumX2>
<nRectNumY2>889</nRectNumY2>
<nRectNumX3>821</nRectNumX3>
<nRectNumY3>839</nRectNumY3>
<tTargetGlobalUID>00dea0d42a93d0699c173cc0a72f5a29</tTargetGlobalUID>
</targetinfo>
</report>

4. Методы и средства разработки программного обеспечения

Разработка специального программного обеспечения выполнена с помощью следующих средств и методов программирования:

1. GNU Compiler Collection – набор компиляторов для языков программирования C++.
2. Make – автоматизирована среда компиляции, сборки и компоновки
3. NVIDIA TensorRT – Среда оптимизирования, проверки и развертывания натренированных нейронных сетей.
4. Docker.io - программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации.
5. Caffe - среда для глубинного обучения.
6. NVIDIA CUDA Deep Neural Network (cuDNN) – библиотека обучения глубоких нейронных сетей.

5. Операционная система

СПО APK разработано для работы на операционной системе Ubuntu Linux 18.XX.