

УДК 004.9:629.067: 629.783

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ИНФОРМАЦИИ

Р. И. Хасанов, к. т. н. / А. И. Сарайкин, асп. / Т. З. Аралбаев, д. т. н., проф.
Оренбургский государственный университет

Движение мобильного объекта (МО) по трассе при отсутствии видимости границ дорожного полотна значительно повышает риск дорожно-транспортного происшествия (ДТП). Траектория движения МО вне установленного коридора движения создаёт опасность и для других участников движения. Характерными причинами ДТП, возникающими в условиях дефицита информации, являются следующие: сильные туманы, ливни, снежные и песчаные бури, ситуация, когда ровный слой снежного покрова создаёт ложной эффект иллюзии кажущихся водителю границ дорожного полотна (ДП) [2]. Известны случаи, когда целые группы МО из-за ошибки одного МО, задающего траекторию движения, создавали крупное ДТП и нарушали работу всей дорожно-транспортной системы на длительное время. Для повышения активной безопасности МО необходимо наделять бортовую систему способностью определять точное местоположение МО, рекомендовать водителю режим позиционирования и скоростной режим МО. Обозначенная проблема является актуальной, поскольку играет существенную роль для социального благополучия граждан, определяет конкурентоспособность России на рынке информационно-навигационных технологий и систем активной безопасности автомобильного транспорта.

Под позиционированием МО понимают определение положения (ориентации) МО относительно оцифрованных границ ДП в результате выбора угла поворота рулевого колеса и скорости МО в процессе его движения.

Под дефицитом информации в работе понимается недостаток сведений для принятия решений при позиционировании мобильного объекта на плоскости при наличии ограничений передвижения, обусловленных линиями разметки дорожного полотна или какими-либо стационарными препятствиями искусственного или природного происхождения: обрывом, возвышенностью, зданием и пр.

Дефицит информации возникает в процессе острой необходимости перемещения мобильного объекта в условиях фактического отсутствия визуальной информации (например, линий разметки, дорожных указателей и ориентиров) в плохих погодных условиях (туман, снегопад, гололёд), в чрезвычайных условиях плохой видимости, вызванных задымлением окружа-

ющей среды или неисправностью приборов ночного освещения.

Дефицит информации возникает обычно в чрезвычайных и граничных условиях эксплуатации мобильных объектов, предусмотренных сводом правил СП 34.13330.2012 [8].

Одним из основных компонентов технического обеспечения систем позиционирования МО на дорогах является сложное алгоритмическое и программное обеспечение. Среди работ по исследованию динамики и позиционированию МО на дорожном полотне следует отметить следующие инструменты:

– программное обеспечение ApFIEx [3] для анализа и визуализации данных инерциальной системы серии «КомпаНав» (разработка ООО «ТекНол», Москва), которое позволяет в режиме реального времени визуализировать данные навигационной системы в виде траектории движения и отображать параметры движения МО на панели приборов и в виде числовой информации;

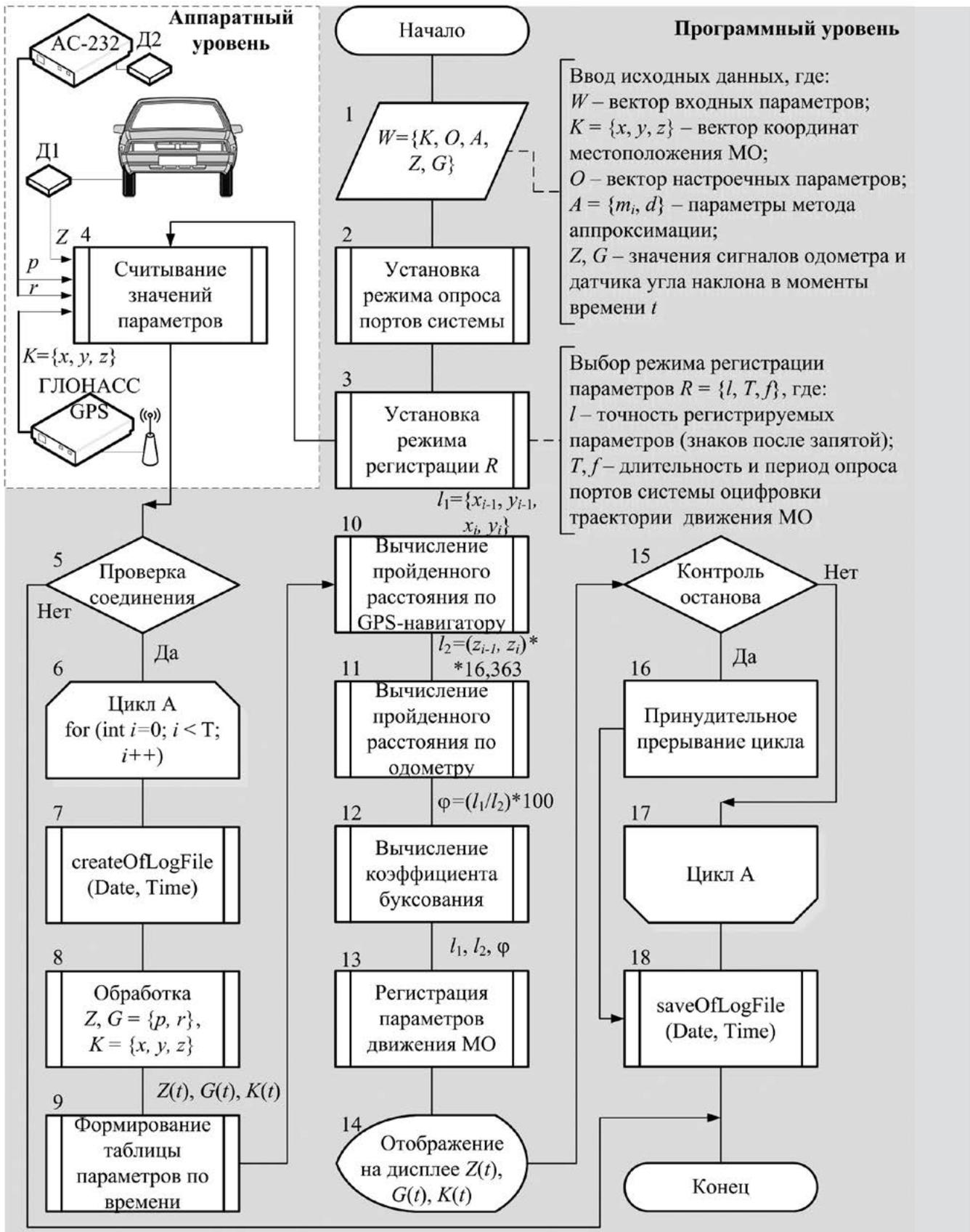


Рисунок 1. Схема алгоритма сбора, регистрации и оцифровки траектории движения МО

– программное обеспечение DataManager, SurveyMerger и GPSviewer [5] для оцифровки траектории движения и определения положения дорожной лаборатории с использованием средств спутниковой навигации «ГЛОНАСС/GPS» (разработка ООО «НПО “Регион”», Москва).

К основным недостаткам существующей инструментальной базы следует отнести следующие:

- не учитывается специфика работы навигационного оборудования и местности, которая не была оцифрована и занесена в базы картографических данных;
- отсутствие интеграции в одном пакете модулей для оцифровки границ ДП, позиционирования МО и привязки скоростного режима МО к конкретному участку маршрута;
- закрытая для совершенствования архитектура программного обеспечения, её узкая направленность на конкретное аппаратное обеспечение.

Цель работы — повышение активной безопасности МО в условиях дефицита информации на основе новых методов и средств информационной поддержки водителей при позиционировании МО относительно оцифрованных границ ДП.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- разработана концепция для определения положения и выбора траектории движения МО с учётом геометрических характеристик протяжённых в пространстве объектов в условиях дефицита информации и погрешностей средств спутниковой навигации (ССН);
- разработана мобильная система оцифровки траектории движения мобильного объекта с использованием ССН «ГЛОНАСС/GPS»;
- проведено исследование точностных параметров средств спутниковой навигации «ГЛОНАСС/GPS» в реальных условиях при определении границ ДП и положения МО;
- проведён анализ возможности передвижения МО в условиях плохой видимости с использованием методов навигации, основанных на средствах цифровой регистрации границ (контуров) дорожного полотна и мониторинга местоположения МО в процессе его передвижения.

Разработанный пакет прикладных программ [6, 7] предназначен для исследования режимов позиционирования МО с учётом геометрических характеристик ДП в условиях плохой видимости. В частности, для решения следующих задач:

- Для автоматизации сбора, регистрации и обработки данных о траектории движения МО с использованием программного обеспечения, установленного на бортовой компьютер;

– Для исследования режимов позиционирования МО в условиях отсутствия картографических данных, а также в условиях плохой видимости;

- В качестве рекомендаций по выбору безопасного коридора движения МО с учётом оценки вероятности наезда на край обочины автомобильной дороги.

На рис. 1 представлена схема алгоритма сбора, регистрации и оцифровки траектории движения мобильного объекта.

В результате работы алгоритма формируется вектор координат траектории движения МО (функция чёрного ящика или бортового самописца).

Данный алгоритм и инструментальная база также используются в режиме оцифровки границ ДП, когда МО движется по левой и правой сторонам ДП. Регистрируются ГЛОНАСС-/GPS-координаты границ ДП, полученные векторы координат подвергаются сглаживанию, производится построение гистограмм распределений вероятностей отклонений координат от сглаженной линии.

При решении второй задачи инструментальная база (ИБ) позволяет исследовать режимы позиционирования МО при различной скорости его движения, погрешности и дискретности получаемых навигационных данных, геометрических характеристиках ДП.

В частности, на рис. 2а для иллюстрации к постановке второй задачи представлено движение МО по сложному участку трассы в условиях плохой видимости. Как видно из рисунка, движение МО по трассе в условиях плохой видимости значительно затрудняет выбор безопасной траектории движения.

На рис. 2б представлена схема позиционирования МО относительно оцифрованных границ ДП.

Исходными данными для алгоритма являются векторы (массивы координат) оцифрованных границ ДП. Программа осуществляет автоматическую загрузку и заполнение ОЗУ бортовой системы параметрами координат маршрута следования. По протоколу связи с навигационной подсистемой осуществляется считывание координат широты и долготы местоположения МО для определения его пространственного положения относительно границ ДП. При этом дорога рассматривается как протяжённый в пространстве объект со сложными эксплуатационными и геометрическими параметрами.

На рис. 2б точки M_1 и M_2 обозначают местоположения антенн подсистемы спутниковой навигации «ГЛОНАСС/GPS». Окружности R_1 и R_2 — радиусы погрешностей средств спутниковой навигации. Расстояния $l_{11}-l_{26}$ обозначают длины между оцифрованными координатами границ ДП и местоположением антенн МО. Расстояния до оцифрованных границ ДП $h_{11}-h_{22}$ вычисляются в алгоритме программы по формуле Герона. Штрихпунктирная

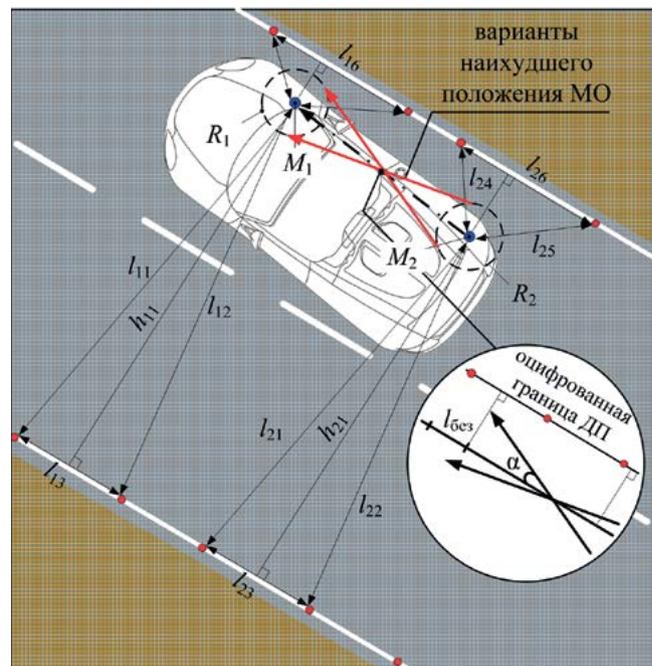


Рисунок 2. Схема позиционирования МО относительно оцифрованных границ ДП: а) движение МО по трассе в условиях плохой видимости; б) определение положения МО, выбор угла поворота рулевого колеса α для дальнейшего безопасного движения на расстоянии l_{bes}

линия M_1M_2 обозначает ориентацию МО относительно оцифрованных границ ДП.

В бортовой системе МО задаются дискретность получения навигационных данных и погрешность средств спутниковой навигации — R_1 и R_2 . В процессе движения МО по показаниям бортовой системы осуществляется выбор угла поворота рулевого колеса α для дальнейшего безопасного движения на расстояние l_{bes} .

Продолжение в следующем номере

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аралбаев Т. З., Сарайкин А. И., Хасанов Р. И. Система оцифровки траектории движения мобильного объекта с использованием средств спутниковой навигации // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: сб. докладов. — Оренбург, 2013. — С. 96–100.
2. Аралбаев Т. З., Сарайкин А. И., Хасанов Р. И. Исследование и выбор скоростного режима мобильного объекта в условиях дефицита информации // Trends of Modern Science: сб. докладов. — Sheffield, 2014. — Vol. 26. — P. 48–52.
3. ArFlex — программное обеспечение анализа и визуализации данных инерциальной системы: оф. сайт ООО «Тек-Нол» [Электронный ресурс]. URL: <http://teknol.ru/products/software/arflex/> (дата обращения: 25.08.2014).
4. Геометрические элементы автомобильных дорог. ГОСТ Р 52399–2005. — М.: Стандартинформ, 2006. — 13 с.
5. Программное обеспечение ООО «НПО «Регион»»: оф. сайт ООО «НПО «Регион»» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.proregion.ru/programmnoe-obespechenie.html> (дата обращения: 25.08.2014).
6. Прикладная программа «Моделирование параметров движения мобильного объекта на дорожном полотне»: оф. сайт университетского фонда электронных ресурсов ОГУ [Электронный ресурс]. URL: http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=835 (дата обращения: 25.08.2014).
7. Прикладная программа «Имитационная модель управления движением мобильного объекта в условиях дефицита информации»: оф. сайт университетского фонда электронных ресурсов ОГУ [Электронный ресурс]. URL: http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=956 (дата обращения: 25.08.2014).
8. Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85*. СП 34.13330.2012. — М.: ЗАО «СоюздорНИИ», 2012. — 97 с.