

*К.М. Другов, Л.А. Подколзина\**

## **СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ НАЗЕМНЫХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Современный технический прогресс в области информационных технологий существенно расширяет тактико-технические возможности подвижных наземных объектов различного назначения. Значительную

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.В. Иванова.

роль в этом процессе играет решение задач определения координат местоположения, параметров движения объекта и пространственного положения его продольных осей (курса, крена и тангажа). Системы, решающие эти задачи, объединяются в информационно-управляющие комплексы навигации (КН). Наряду с оптимизацией управляющей части КН, общим направлением их развития в последние десятилетия является существенное повышение точности и надежности определения информационных параметров для решения вышеперечисленных задач, т.е. совершенствование информационной части КН. Эти обстоятельства в значительной мере предопределяют рост эффективности и безопасности эксплуатации подвижных наземных объектов.

Комплексы навигации служат для определения координат местоположения (широты и долготы), высоты в различных координатных системах и скорости, как при помощи спутниковой связи, так и без связи с ними.

В настоящее время существует множество систем и комплексов навигации наземных подвижных объектов, таких как «АвтоНав», «Азимут», которые основываются на различных методах определения координат местоположения. В общем случае все методы можно классифицировать на автономные и неавтономные.

Неавтономные методы решения задач навигации основываются на использовании внешних ориентиров или сигналов (например, звезд, маяков, радиосигналов и т.п.). Эти методы в принципе достаточно просты, но в ряде случаев не могут быть осуществлены из-за отсутствия видимости или наличия помех для радиосигналов. Самым распространенным неавтономным методом является метод спутниковой навигации. Спутниковая система навигации – комплексная электронно-техническая система, состоящая из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенная для определения местоположения (географических координат и высоты), а также параметров движения (скорости и направления движения и т.д.) наземных, водных и воздушных объектов по сигналам спутниковых навигационных систем (СНС).

К автономным методам навигации относят инерциальную навигацию – метод определения координат и параметров движения различных объектов (судов, самолетов, ракет и др.) и управления их движением, основанный на свойствах инерции тел и являющийся автономным, т.е. не требующим наличия внешних ориентиров или поступающих извне сигналов. Этот метод относят к автономной навигации и ориентирования высокой точности. Еще одним методом автономной навигации является геомагнитный метод – построенный на вычисления пути при помощи одометра и компаса. Такой метод относят к автономной навигации и ориентирования средней точности.

В таблице 1 приведены несколько комплексов навигации наземных подвижных объектов, их состав и точность определения координат в разных режимах.

1. Комплекс навигации «Автонав» предназначен для:

- Определения навигационных параметров транспортного средства: координат местоположения, высоты в различных координатных системах и скорости.
- Определения углов ориентации транспортного средства (курс, крен, тангаж).
- Индикации местоположения транспортного средства на фоне цифровой карты.

**Таблица 1**

Наименование	Состав	Точность определения (СКО) с сигналами СНС в стандартном/ дифференциальном режимах, м	Точность определения без сигналов СНС, % от пройденного пути
1. Автонав	Магнитный компас, приемник СНС, инерциальная система	5	Нет данных
2. Азимут	Датчик угловой ориентации, датчик пути, приемник СНС	25	0,8 – 1,2
3. Азимут-И2	Приемник СНС	10/2,5	–
4. Азимут-И2И	Приемник СНС, инерциальная система, датчик пути	10/2,5	0,1
5. Азимут-И2Г	Приемник СНС, блок измерительный геомагнитный, датчик пути	10/2,5	0,5

- Определения и индикация маршрутных параметров: средней скорости, расчетного времени прибытия, отклонения от заданного курса.
- Определения параметров движения, а именно: ускорений и угловых скоростей по трем осям.

- Регистрации определенных параметров в бортовом компьютере

2. Навигационная аппаратура «Азимут» предназначена для определения координат местоположения и дирекционного (азимутально-го) угла продольной оси подвижных наземных объектов, включая объекты на тяжелых колесных и гусеничных шасси. Аппаратура может быть использована для навигационного обеспечения движения транспортных средств общего пользования и специального назначения, а также в системах контроля за передвижением транспортных средств ведомств и организаций.

3. Навигационно-информационные комплексы («Азимут-И2», «Азимут-И2И», «Азимут-И2Г») обеспечивают навигацию наземных мобильных средств (НМС) по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS, автономную навигацию и ориентирование со средней («Азимут-И2Г») и высокой («Азимут-И2И») точностями, а также отображение навигационной и топогеодезической информации на фоне электронной карты, сопряжение с радиостанциями и цифровыми устройствами НМС, решение сервисных задач. По совокупности своих функциональных возможностей навигационно-информационные комплексы («Азимут-И2», «Азимут-И2И», «Азимут-И2Г») перекрывают практически весь спектр потребностей в навигационно-топогеодезической информации, удовлетворяющей современным требованиям по оперативности, точности и надежности основных классов НМС различных видов и родов войск.

Помимо аппаратуры, перечисленной в табл. 1, в состав навигационно-информационных комплексов («Азимут-И2», «Азимут-И2И», «Азимут-И2Г») входят блок системный, блок измерительный СНС ГЛОНАСС/ GPS, блок измерительный инерциальный, блок измерительный геомагнитный.

Блок системный включает защищенную ЭВМ с цветным графическим ЖК дисплеем и клавиатурой, модули интерфейса и сопряжения со штатной радиостанцией НМС. Блок измерительный СНС ГЛОНАСС/ GPS включает защищенную антенну и малогабаритный приемник-измеритель. Блок измерительный инерциальный включает вычислительное устройство, кольцевые лазерные гироскопы и высокоточные акселерометры. Блок измерительный геомагнитный включает цифровой магнитный компас, модуль акселерометров, датчик угловых скоростей.

Как видно из табл. 1, в режиме определения координат по сигналам СНС лучшие характеристики точности имеет «АвтоНав». Точ-

ность определения (среднеквадратическая ошибка (СКО)) координат местоположения составляет 5 метров. Однако более предпочтительными являются комплексные системы навигации, имеющие комбинированный режим работы. Обусловлено это тем, что при отсутствии сигналов СНС эти системы сохраняют работоспособность за счет наличия в их составе других датчиков, позволяющих определять координаты местоположения и параметры движения объекта. Как правило, в этом случае используются методы инерциальной навигации.

Современный уровень развития электроники позволил по-другому взглянуть на инерциальную навигацию, на смену аналоговым вычислителям пришли компактные цифровые устройства, повышается точность и уменьшаются габариты чувствительных элементов. Современная инерциальная навигационная система – это уже не большой тяжелый ящик, достаточно высокие точности теперь доступны и при малых габаритах системы и чувствительных элементов. В качестве чувствительных элементов инерциальной навигационной системы применяются миниатюрные гироскопы и акселерометры, выполненные по MEMS технологии.

На сегодняшний день в мире сосуществуют несколько глобальных навигационных систем, среди которых: американская GPS, российская ГЛОНАСС, европейская Galileo. В некоторых странах применяются свои навигационные разработки, но они не являются глобальными и доступ к ним ограничен. К примеру, в Китае действует спутниковая система Beidou, в составе которой 4 спутника на орбите. Но сможет ли она стать глобальной или останется региональной с зоной видимости Китая и сопредельных государств, пока сказать трудно.

Сейчас активно выпускаются и дальше развиваются совмещенные приемники СНС, работающих с сигналами сразу двух спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, что является перспективным направлением развития современных комплексов навигации наземных подвижных объектов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешин, Б.С. Ориентация и навигация подвижных объектов / Б.С. Алешин, К.К. Веремеенко, А.И. Черноморский. – М. : Физматлит, 2006. – С. 7 – 11.
2. Официальный сайт [www.sozvezdie.su/catalog/navigatsionnaya\\_apparatura\\_azimut/](http://www.sozvezdie.su/catalog/navigatsionnaya_apparatura_azimut/).
3. Официальный сайт [www.vpk.gov.by/catalog/kamerton/254/](http://www.vpk.gov.by/catalog/kamerton/254/).
4. Официальный сайт [www.teknol.ru/products/earth/avtonav/](http://www.teknol.ru/products/earth/avtonav/).