

«КОМПАНАВ 2» — ИНТЕГРИРОВАННАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА

В.В. Воронов (ООО «ТеКнол»)

Окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана по специальности «приборы и системы навигации, ориентации и стабилизации». Участвовал в разработках: инерциальная обзорно-геодезическая система, наземный навигационно-геодезический комплекс, авиационный гравиметрический комплекс, ИНС-GPS интегрированная система. В настоящее время — ведущий научный сотрудник ООО «ТеКнол».

В условиях современного города, где значительная часть дорог пролегает в районах высотной застройки, туннелях и путепроводах, невозможно обеспечить постоянный прием сигналов глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) на протяжении всего маршрута. Между тем, если водитель обычного автомобиля может мириться с кратковременным пропаданием местоположения своего автомобиля на экране компьютера, то для автомобилей экстренных служб, объединенных диспетчерскими сетями, это недопустимо, а порой и опасно.

Интегрированные навигационные системы, состоящие из приемника СНС и инерциальной навигационной системы (ИНС), призваны решить эту проблему. Однако основным препятствием на пути широкого использования ИНС является их высокая стоимость. Цена ИНС, точность которой позволяет применять ее в качестве системы позиционирования наземного транспортного средства, намного превышает цену автомобиля среднего класса. Поэтому основной сферой применения классических ИНС остается дальняя авиация, судоходство и военные приложения. В конце 1990-х гг. развитие микроэлек-

троники и микромеханики привело к созданию датчиков движения на базе микроэлектромеханических сенсоров (MEMS-устройства). Наиболее известны разработки фирм Crossbow (серия AHRS) и Systron Donner (серия Motion PAK). Но и эти системы, при стоимости 6–12 тыс. дол., могут служить лишь датчиками параметров движения (ускорений и углов ориентации). Разработчики предоставляют потребителю самому решать проблему получения навигационной информации (координат и углов ориентации), т. е. создавать инерциальную навигационную систему. Любой, кто занимался инерциальной навигацией, понимает, какого порядка сложности эта задача.

С 1998 г. специалисты компании «ТеКнол» ведут разработки различного вида интегрированных навигационных систем. На конференции компании THALES Navigation летом 2003 г. сообщалось о создании миниатюрной интегрированной навигационной системы, параметры которой удовлетворяют требованиям навигации в городских условиях. А в журнале «Геопрофи» была опубликована статья о прототипе разработанной системы (см. Геопрофи. — 2003. — № 3. — С. 16–17). В настоящее время компания «ТеКнол»

завершила разработку и начала производство системы «КомпаНав 2» — первой российской малогабаритной интегрированной навигационной системы.

Система имеет размеры карманного устройства (рис. 1), вес менее 300 г (650 г в прочном корпусе) и по точности не уступает стандартной ИНС, в то время как ее стоимость не превышает 3000 евро.

Такая стоимость прибора достигается благодаря тому, что в его состав входят только стандартные комплектующие различных производителей. Питание системы осуществляется от источника постоянного тока 12 В через разъем автомобильного прикуривателя. Выход цифровых данных также стандартизован под протокол обмена RS232. Навигационная информация выдается в формате NMEA, что позволяет так же легко интегрировать «КомпаНав 2»



Рис. 1
Общий вид системы
«КомпаНав 2»

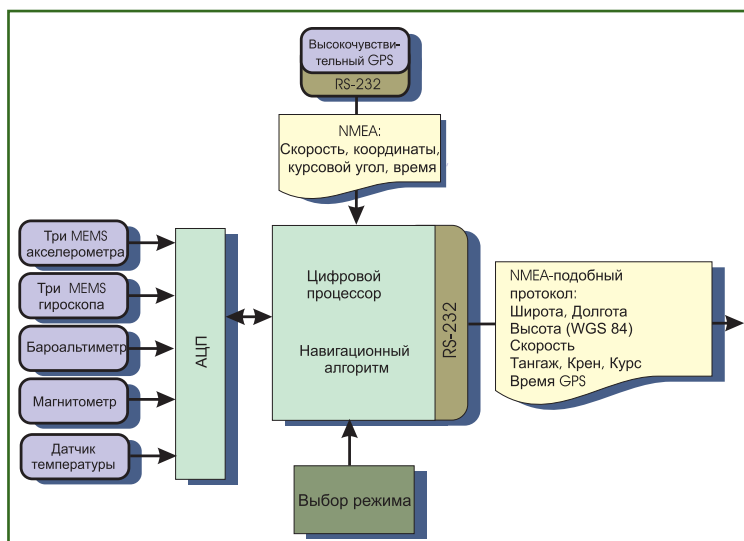


Рис. 2
Функциональная схема «КомпаНав 2»

в состав уже функционирующих навигационных комплексов, как и строить новые навигационные системы на ее базе (рис. 2).

Навигационный алгоритм системы «КомпаНав 2» является оригинальной разработкой компании «Текнол» и осуществляет решение навигационных задач с использованием информации MEMS-датчиков и приемника GPS. «КомпаНав 2» принимает стандартную NMEA-посылку приемника GPS, поэтому он совместим с любым приемником, поддерживающим данный протокол обмена. Выходные данные также преобразуются в NMEA-сообщение, что позволяет без труда получать и обрабатывать выходную информацию «КомпаНав 2».

На пути создания совершенного программного обеспечения специалистами компании «Текнол» был решен ряд сложных задач как научного, так и прикладного характера. В частности, разработана серия алгоритмов демпфирования вычислительной платформы, сглаживания и цифровой фильтрации, применены специальные методы компенсации и калибровки. Ряд оригинальных программных решений позволил добиться значительной скорости обра-

ботки данных и высокой чувствительности прибора. В отличие от стандартного выхода GPS, навигационная информация «КомпаНав 2» выдается с частотой 10 раз в секунду. Возможно увеличение частоты до 50 раз в секунду.

Сфера возможных применений системы «КомпаНав 2» достаточно обширна: помимо автомобильной навигации, это и морская, и воздушная навигация, беспилотные летательные аппараты, робототехника.

Программное обеспечение системы реализует следующие режимы функционирования прибора в зависимости от условий эксплуатации и решаемых задач:

- автономное определение ориентации;
- ИНС-GPS режим автомобильной навигации;

— ИНС-GPS режим воздушной и морской навигации;

— ИНС-GPS режим для маневренного летательного аппарата.

Каждый из режимов обеспечивает максимальные точностные параметры системы для конкретного применения.

Рассмотрим более подробно навигацию в городских условиях.

Как уже отмечалось выше, в системе «КомпаНав 2» реализован специальный режим для навигации наземного транспортного средства. В таком режиме прибор обеспечивает максимально возможную точность определения координат в период пропадания сигналов спутников. Система автоматически переходит в режим автономной инерциальной навигации и продолжает исчислять координаты таким образом, что пользователь не замечает исчезновения GPS.

Как и для обычной инерциальной системы точность определения координат в автономном режиме является функцией времени. В таблице приведены средние значения определения координат с помощью интегральной навигационной системы «КомпаНав 2» в зависимости от времени пропадания GPS.

Отметим, что ошибка на уровне 200 м за 5 мин соответствует параметрам ИНС средней точности. Нельзя, конечно, гарантировать такую же точность на более длинных интервалах времени, однако разработанная технология является независимой от комплектующих и при применении более точных (следова-

Точность определения координат с помощью «КомпаНав 2»

Время пропадания данных GPS	Средняя квадратическая ошибка (СКО) определения координат
10 с	5–6 м
20 с	7–15 м
40 с	20–40 м
1 мин	50–60 м
5 мин	200 м

тельно, более дорогих и крупногабаритных) датчиков возможно повышение точности. Кроме того, ошибка автономной навигации зависит от режима движения: при ускоренном движении с маневрами точность определения координат ниже.

В качестве иллюстрации использования системы «КомпаНав 2» в городском режиме, приведем результаты проезда по Лефортовскому туннелю на третьем транспортном кольце Москвы (рис. 3). Этот туннель был открыт для движения автотранспорта в конце 2003 г. и является самым длинным среди подобных сооружений в Восточной Европе. Движение по туннелю заняло около трех минут. На рис. 3 показана траектория туннеля, построенная по данным «КомпаНав 2».

Интегрированная навигационная система «КомпаНав 2»

паНав 2» делают ее доступной для установки на автомобилях практически любого класса.

Современные программы отображения положения городского автомобиля на цифровой карте используют такой эффективный метод коррекции ошибки навигационной системы, как «map matching» (привязка к карте). Суть метода проста: допускается, что автомобиль может находиться только на проезжей части улицы, а при проезде пересечения дорог направление его движения может измениться строго определенным образом, а именно так, как расходятся улицы на данном перекрестке. Однако, для эффективного использования данного метода необходимо точно знать направление движения автомобиля в каждый момент времени. Как известно, природа определения курса с помощью систем спутниковой

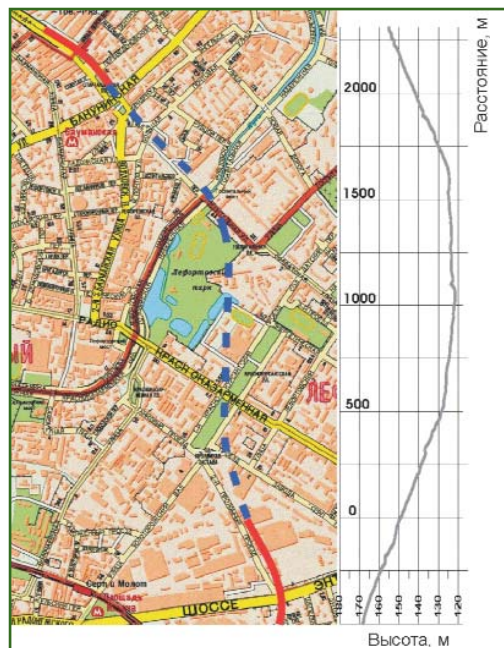


Рис. 3
Траектория и профиль Лефортовского туннеля по данным «КомпаНав 2»

«КомпаНав 2» эффективно поддерживает измерение курса в период пропадания GPS-данных. По результатам экспериментов точность определения курса в интегрированном режиме составила $0,5^\circ$, а в автономном инерциальном режиме при десятиминутном отсутствии данных GPS — $1-2^\circ$.

В настоящее время специалистами компании «Текнол» ведется совершенствование системы «КомпаНав 2» в направлении использования других, более точных датчиков.

Более подробную информацию о разработках компании можно получить на www.teknol.ru

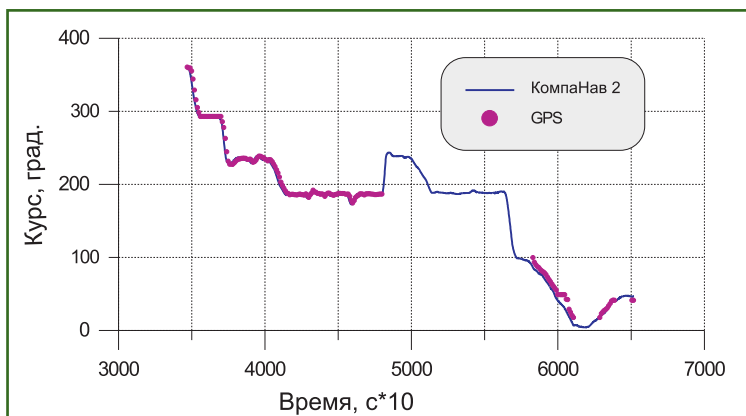


Рис. 4
Сравнительная точность определения курса «КомпаНав 2» и приемником GPS

оснащена барометрическим высотомером, который позволяет с точностью не хуже 2 м в режиме реального времени получать информацию о приращении высоты. Справа на рис. 3 показан профиль туннеля.

При движении в районах городской застройки интегрированная навигационная система обеспечивает непрерывность поступления информации, а габариты, вес и стоимость «Ком-

навигации такова, что измерение запаздывает, так как не является прямым, а при малых скоростях движения просто недостаточно. Инерциальные датчики системы «КомпаНав 2» осуществляют прямое мгновенное измерение курса и других углов ориентации (крена и тангажа).

На рис. 4 видно, что курс, измеренный GPS, запаздывает по отношению к инерциальным данным на 1–1,5 с. Кроме того,

RESUME

The Russian company TekNol has developed and manufactures CompaNav 2 being an ultra space-saving integrated (inertial-satellite) navigation system. This MEMS-GPS compact system provides users with a complete set of navigation data under any operating conditions. The article introduces an option of the CompaNav 2 operation for a car moving in an urban area.