

Моделирование фазоразностной информационной системы автоматического управления движением мобильных объектов

Кононов А.Д., email: kniga126@mail.ru¹
Кононов А.А., email: kniga_777@mail.ru²

¹ Воронежский государственный технический университет

² Воронежский государственный университет

Аннотация. *Разработана функциональная схема и действующий макет системы управления перемещением технологических машин различного назначения, включающий координатомерную систему, фазометрические блоки, специализированное вычислительное устройство и радиоканал передачи команд управления.*

Ключевые слова: *система управления, модель, мобильный объект, фазоизмерительное устройство, специализированное вычислительное устройство, технологические машины.*

Введение

В настоящее время известен ряд систем управления (СУ) работой мобильных объектов (МО), содержащих фазоразностное координатомерное устройство, вычислительные блоки, канал радиуправления с выходом на исполнительные механизмы (ИМ), расположенные на самоходных технологических машинах (ТМ) различного назначения [1, 2].

Классической можно считать систему, которая состоит из четырех неподвижных полевых приемно-передающих устройств, расположенных по краям поля, и бортовых приемников с фазоизмерительными устройствами (ФИУ), размещенных на управляемых мобильных объектах (МО).

1. Принципы определения местоположения подвижных объектов

Неподвижные устройства работают по принципу временной селекции поочередно на одинаковых частотах [3, 4]. При этом одно приемно-передающее устройство работает в режиме ведущего, остальные в режиме ведомых. Последовательность работы устройств обеспечивается системой старт-стопной синхронизации. Для разрешения многозначности [5-7] фазового отсчета каждое приемно-передающее устройство наряду с сигналом точной сети отсчета дополнительно излучает сигналы грубой и сверх грубой сетей отсчета.

Недостатками данной известной системы, снижающими точность определения местоположения МО и ее надежность, являются присутствие старт-стопной синхронизации, а также сложность

реализации на ее основе автоматизированного управления отрядом самоходных ТМ [8], так как на каждом подвижном агрегате для преобразования выходных сигналов фазометрических устройств в текущие координаты объекта должен быть установлен свой вычислительный блок. Кроме того, необходимо еще одно, общее для всех подвижных агрегатов, специализированное вычислительное устройство (СВУ) с каналами связи для передачи информации о текущих координатах МО и команд для централизованного управления отрядом рабочих агрегатов.

2. Проектирование и анализ системы управления перемещением мобильных объектов

Предлагаемая система является упрощением рассмотренной выше и предназначена для повышения технико-экономических показателей работы ТМ в целом, а также предпочтительна в части возможного использования ее для моделирования и создания автоматизированной системы управления (АСУ) движением комплекса самоходных технологических машин различного назначения. В предлагаемом фазовом разностно-гиперболическом координатном устройстве передатчик установлен на управляемом агрегате, а три идентичных приемника находятся по углам поля и связаны с фазометрическими блоками, выходные сигналы которых преобразуются СВУ в текущие координаты декартовой системы.

На рис. 1 изображена функциональная схема предлагаемой модели системы для автоматического вождения МО, на рис. 2 – функциональная схема радиопередатющего устройства с блоком формирования модулирующих частот грубого и точного отсчетов; на рис. 3 – функциональная схема приемного устройства СУ.

Система управления движением ТМ, представленная на рис. 1, содержит передатчик 1, блок формирования модулирующих частот грубого и точного отсчетов 2, приемники 3, 4, 5, фазометрические блоки 6, 7 с устройствами выделения и преобразования частоты грубого и точного отсчета, вычислительный блок 8, оперативно определяющий по измеренным разностям фаз текущее местоположение движущегося объекта.

Функциональная схема радиопередатчика с блоком формирования модулирующих частот [9] грубого и точного отсчетов (рис. 2) состоит из передатчика 9, опорного кварцевого генератора 10, сумматора 11, делителя частоты 12.

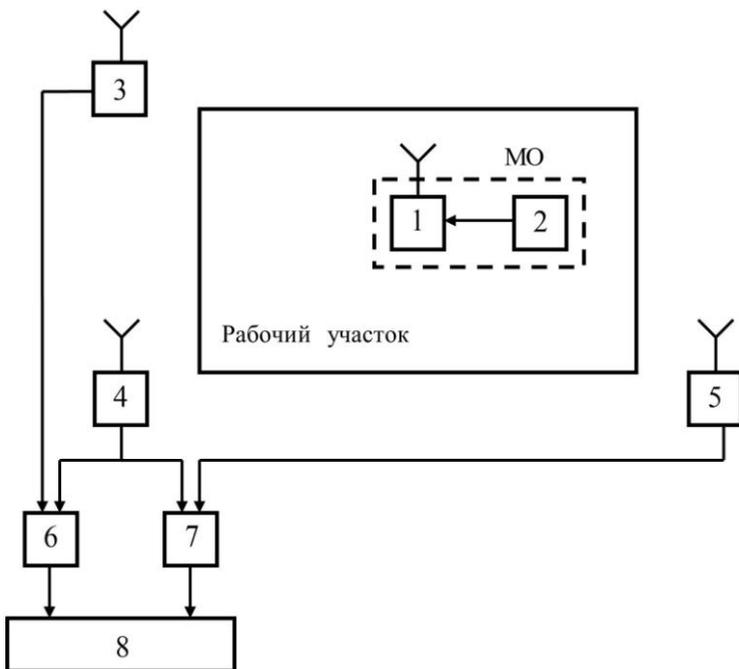


Рис. 1. Схема для моделирования системы автоматического управления движением мобильного объекта

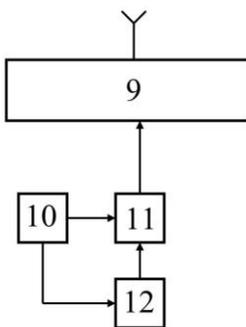


Рис. 2. Передающее устройство системы управления и блок формирования модулирующих сигналов

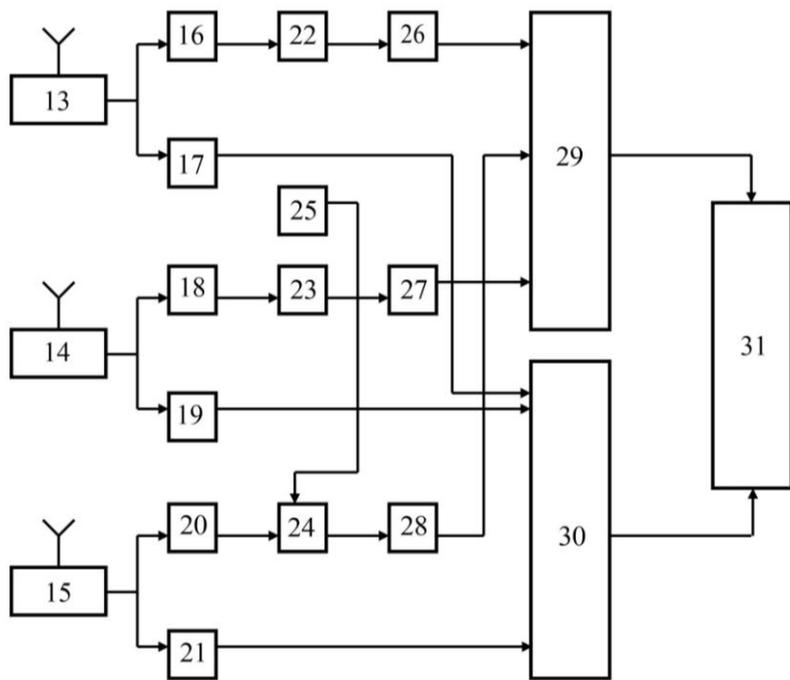


Рис. 3. Приемное устройство системы управления

Функциональная схема приемного устройства (рис. 3) включает супергетеродинные приемники 13, 14, 15, избирательные фильтры 16, 17, 18, 19, 20, 21, смесители 22, 23, 24, кварцевый генератор 25, избирательные фильтры 26, 27, 28, фазоизмерительные блоки 29, 30, вычислительное устройство 31.

При работе фазоразностной системы сигнал радиопередатчика 9, несущая частота которого 112,5 МГц, модулируется суммой сигналов с частотами 100 КГц и 4 МГц для получения грубого и точного отсчетов. Опорный кварцевый генератор 10 выдает сигнал частоты точного отсчета, поступающий на делитель частоты 12 с коэффициентом деления 40, на выходе которого формируется сигнал грубого отсчета. Сигналы грубого и точного отсчетов подаются на вход сумматора 11. Полученная сумма с выхода 11 используется для модуляции несущей частоты передатчика.

Радиосигнал передатчика принимается антеннами супергетеродинных приемников 13, 14, 15, с выхода которых колебание

в виде суммы частот грубого и точного отсчетов поступает на фильтры 16, 18, 20 и 17, 19, 21, выделяющие частоты 4МГц и 100КГц.

Измерение фаз точного отсчета осуществляется на частоте 40КГц, что достигается гетеродинным преобразованием, реализуемым смесителями 22, 23, 24, кварцевым генератором 25 и избирательными фильтрами 26, 27, 28 с частотой настройки 40КГц.

Сигналы, соответствующие точному и грубому отсчетам, с выходов фильтров 26, 27, 28 и 17, 19, 21 попадают на фазометрические блоки 29 и 30 дискретного типа, а с них поступают в СВУ 31, которое преобразует разности фаз приемников в текущие координаты МО и выдает значения этих координат в цифровой или любой иной форме, пригодной для последующего использования информации о положении подвижного агрегата на рабочем участке.

В макете системы автоматического управления движением ТМ на пункте управления расположен передатчик команд управления, например в 4, работающий на частоте 27,12 МГц с широтно-импульсной модуляцией с длительностью сигналов, пропорциональной величине отклонения текущей от программно заданной в СВУ траектории движения. На подвижном агрегате установлен приемник команд управления, соединенный с электрогидравлическими исполнительными механизмами.

Заключение

Предложенная модель построения координатомерного устройства позволяет существенно сократить число передатчиков и приемников, при этом отпадает необходимость старт-стопной синхронизации, что значительно упрощает систему. Требование высокой точности вождения мобильных агрегатов предполагает использование вычислительного блока для определения координат объекта по измеренным значениям разности фаз и формирования соответствующих команд управления. В связи с этим целесообразно размещение вычислительного устройства и фазометрических блоков в стационарных позициях. Наконец, предлагаемый вариант построения системы управления позволяет использовать один вычислительный блок для вождения и централизованного контроля многих самоходных технологических машин различного назначения.

Описанный макетный образец модели радионавигационной системы лишен многих перечисленных выше недостатков традиционных устройств сопровождения мобильных объектов и при проведении полевых испытаний показал достаточную функциональную работоспособность по измерению координат контрольных точек и

формированию сигнала управления исполнительными механизмами МО.

Список литературы

1. Кононов, А.Д. Информационные технологии применения фазоразностных навигационных систем для управления движением группы мобильных объектов / А.Д. Кононов, А.А. Кононов // Вестник ВГУ. Сер. Системный анализ и информационные технологии. – 2017. – № 2. – С. 46 – 50.

2. Кононов, А.Д. Специализированное вычислительное устройство для реализации алгоритма управления мобильными объектами / А.Д. Кононов, А.А. Кононов, В.Н. Аникин // Материалы XIII Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии», – Воронеж, 2013. – Т.2. – С. 179 – 183.

3. Алгазинов, Э.К. Методы адаптивной защиты летательных аппаратов от средств поражения с оптико-электронными системами наведения и основные принципы их компьютерного моделирования / Э.К. Алгазинов, Ю.Л. Козирацкий, А.А. Донцов // Материалы XV Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». – Воронеж, 2015, – Т.1. – С. 176 – 181.

4. Скиба, Н.И. Современные гиперболические системы дальней радионавигации / Н.И. Скиба. – М.: Сов. радио, 1967. – 95 с.

5. Уланов, Г.М. Статистические и информационные вопросы управления по возмущению / Г.М. Уланов. – М.: Наука, 1970. – 256с.

6. Сирота, А.А. Методические основы моделирования конфликта сложных систем / А.А. Сирота, Ю.Л. Козирацкий, М.Л. Паринов // Материалы XI Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». – Воронеж, 2011. – С. 27 – 31.

7. Бобрешов, А.М. Аналитическая модель измерительной волноводной линии для оценки электрофизических параметров диэлектрических материалов / А.М. Бобрешов, А.А. Кононов, Ю.Э. Корчагин, К.В. Смусева, Г.К. Усков // Сборник трудов XXVII Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь». В 4-х томах. – 2021. – Т.3. – С. 125 – 131.

8. Барский, И.Б. Динамика трактора / И.Б. Барский, В.Я. Анилович, Г.М. Кутьков. – М.: Машиностроение, 1973. – 281 с.

9. Тихонов, В.И. Сравнительный анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В.И. Тихонов, В.Н. Харисов. – М.: Радио и связь, 2004. – 608 с.