

Прецизионные промышленные системы ЧМ-радиолокации ближнего действия. Методическая погрешность измерения и её минимизация

Б.А. Атаянц, В.В. Езерский, С.М. Смольский, Б.И. Шахтарин

Рассмотрены основные принципы построения прецизионных частотных дальномеров, предназначенных для высокоточного измерения малых и сверхмалых расстояний в промышленных системах автоматического управления технологическими процессами. На основании анализа существующих систем выделены три группы таких приборов, отличающихся по точности измерения расстояния и сложности реализации. Показаны общие подходы, позволяющие разрабатывать подобные приборы на современном научно-техническом уровне и успешно осуществлять их практическую реализацию.

The basic principles of precision frequency range-finder implementation intended for high-accuracy measurement of small and ultra-small distance are considered for industrial automatic control of the technological processes. On the basis of the existing system analysis three groups of such devices are allocated differing by distance measurement accuracy and the implementation complexity. The general approaches are discussed allowing to develop these devices at modern scientific and technological level and to execute its practical implementation.

Введение

Интенсивное развитие различных отраслей промышленности и возникновение систем автоматического управления производственными процессами привели в конце 60-х годов прошлого века к широкому применению в промышленности радиолокационных устройств [1 – 3]. Часто требуется измерить очень малые расстояния (от долей метра до нескольких десятков метров). К числу таких систем, например, можно отнести различные системы измерения уровня заполнения технологических резервуаров (уровнемеры), системы точного позиционирования сложного технологического оборудования (вплоть до порталных кранов и др.), системы определения расстояния до препятствий и скорости на транспорте (автомобильном, железнодорожном и морском) и т.д. Основы для разработки таких систем были заложены в предыдущие десятилетия в процессе развития различных военных применений [4 – 19]. Причём во многих случаях требуется осуществлять непрерывное бесконтактное слежение за расстоянием, а часто и за скоростью его изменения. Часть этих задач может быть решена радиоволновыми методами [1], но весь спектр приложений могут реализовать только радиолокационные системы. В большинстве случаев эти задачи успешно решает частотный дальномер (ЧД), относящийся к классу частотно-модулированных (ЧМ) радиолокационных станций (РЛС) с непрерывным излучением. Требования по точности измерения расстояния как правило на один-два порядка превышают аналогичные требования в традиционных системах ближнего дейст-

вия. В этих условиях те факторы, которые слабо влияли в традиционных применениях, начинают играть доминирующую роль и должны соответствующим образом учитываться при анализе характеристик и разработке подобных систем.

Пионерами в промышленном применении ЧД были шведская фирма SAAB и голландская Elnaf-Nopius [3, 20, 25], использовавшие их для измерения уровня заполнения различных технологических резервуаров. Фирма SAAB в 1975 г. поставила на эксплуатацию свой первый уровнемер. До середины 90-х годов она произвела более 15000 уровнемеров. В 1976 г. первый уровнемер создала немецкая фирма Krohne [3]. В этом же году получил задание на разработку уровнемера для танкеров Рязанский завод «Теплоприбор». Как отечественные, так и зарубежные первые уровнемеры не обладали высокой точностью измерения. Их погрешность по расстоянию составляла единицы и даже десятки сантиметров. Только в начале девяностых годов ведущими производителями была практически достигнута точность измерения 1 см [3]. Точность 2 см имел уровнемер «Луч-2», разработанный и освоенный в серийном производстве на Рязанском заводе «Теплоприбор». Однако точность 1 – 2 см во многих случаях недостаточна для решения задач промышленности. Для увеличения точности измерения понадобился гораздо более высокий уровень развития СВЧ-техники и применение современных аппаратуры и методов цифровой обработки сигналов. На увеличение точности с 1 см до 1 мм ушло ещё почти 10 лет.

