

Введение

Из всех предыдущих веков XX век по количеству достижений в науке и технике оказался самым продуктивным. Это проявилось и в радиотехнике, многие направления которой в XX веке получили бурное развитие. С момента создания А.С. Поповым и Г. Маркони в 1895 г. первых беспроводных систем (радиосистем), предназначенных для передачи телеграфных сигналов, появлялись все новые и новые направления ее применения.

К началу XX века относятся первые попытки передачи с помощью радио звуковых сигналов, приведшие в начале 1920-х годов к созданию и массовому распространению систем радиовещания. После изобретения электронного телевидения в начале 1930-х годов началось создание систем телевизионного вещания. Техника передачи по радиоканалам данных, речи, а также сигналов звукового и телевизионного вещания по наземным линиям связи, а начиная с 1960-х годов, и по спутниковым, постоянно развивалась. Это развитие продолжается и в настоящее время. Упомянутые системы относятся к системам передачи и распространения информации с помощью радио. Они оказали исключительно большое влияние на развитие нашей цивилизации. Однако значение современной радиотехники для жизни человеческого общества не ограничивается только радиовещанием и связью.

В начале XX века были выдвинуты фундаментальные идеи «радиовидения» — создания радиосистем, с помощью которых можно было бы днем и ночью, в условиях тумана и облачности определять в пространстве направление на различные объекты и измерять расстояние от точки наблюдения до них. На основе этих идей были созданы радиолокационные станции (РЛС) и радионавигационные системы (РНС), нашедшие широчайшее применение для решения разнообразных задач, как военного, так и мирного характера.

Необходимость повысить точность определения координат объектов потребовала освоения радиоволн дециметрового,

а затем сантиметрового и миллиметрового диапазонов частот, создания мощных электронных и полупроводниковых приборов для передатчиков таких систем, сложных управляемых антенн, приемных устройств с высокой чувствительностью и т.п.

Создание радиолокационных систем явилось мощным катализатором развития радиотехники в целом, электроники и схмотехники, освоения новых более высоких диапазонов частот, развития радиопромышленности. Развитие теоретических основ радиолокации привело к созданию таких новых научных направлений в теории связи как:

- статистическая радиотехника, в которой разработаны методы решения задач анализа прохождения сигналов и помех через нелинейные блоки, входящие в состав сложных приемных устройств, предназначенных для приема радиолокационных сигналов;
- теория потенциальной помехоустойчивости, позволяющая синтезировать оптимальные алгоритмы обработки сигналов, обеспечивающие высокую точность оценки параметров принимаемых сигналов при минимальном отношении сигнал/шум на входе приемника;
- теория сигналов — методов формирования сигналов, дающих возможность создавать радиолокационные системы с высокой точностью измерения дальности, азимута и углов места лоцируемых объектов.

Исследования и разработки в области радиолокации, проводившиеся в годы Второй мировой войны, привели после ее окончания к колоссальному прогрессу в технике телекоммуникаций и были использованы также при разработке новых систем подвижной, фиксированной и спутниковой связи.

В данной книге представлены основные изобретения и идеи в области радиолокации с пояснением принципов работы устройств, предложенных для решения тех технических задач, которые возникают в данной области. Подобные задачи возникают и в других областях телекоммуникаций и идеи, выдвинутые учеными и исследователями, работавшими над совершенствованием радиолокационных систем, получали развитие и в других областях телекоммуникаций.

Первая глава книги посвящена предыстории радиолокации. Впервые идеи об использовании радиоволн для определения в пространстве координат удаленных объектов выдвигали в начале XX века Гульемо Маркони и Никола Тесла, изобретения которых оказали огромное влияние на первых этапах развития радиотехники. В 1904 г. было оформлено и испытано первое изобретение в области радиолокации, сделанное немецким исследователем Кристианом Хюльсмайером.

Во второй главе рассказывается об основных направлениях технических разработок и теоретических работ в области радиолокационных систем как военного, так и гражданского назначения:

- доплеровские радиолокационные системы;
- импульсные радиолокационные системы, включающие такие важные элементы, как дуплексер, позволяющий при передаче сигналов и их приеме использовать одну и ту же антенну, и индикатор кругового обзора, позволяющий на экране электронно-лучевой трубки наблюдать за положением лоцируемого объекта в пространстве;
- радиолокационные системы с непрерывными сигналами, в том числе широкополосными сигналами, в частности, с сигналами, модулированными по частоте;
- многочастотные радиолокационные системы;
- системы для определения «свой-чужой» при локации объектов;
- системы радиолокационного сопровождения целей с помощью антенной техники,
- в том числе моноимпульсные радиолокационные системы;
- системы селекции движущихся целей, позволяющих обеспечить надежное функционирование радиолокационных систем в сложных условиях высокого уровня помех;
- радиолокационные системы бокового обзора, принципы работы которых широко используются не только в радиолокации, но и в спутниковых системах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
- фазированные антенные решетки (ФАР), позволяющие одновременно осуществлять локацию более сотни объектов;

ФАР находят широкое применение в современных системах подвижной связи, в системах связи, работающих в условиях многолучевости и т.п.;

- многопозиционные радиолокационные системы, в том числе типа МІМО (Multiple Input Multiple Output – множественный вход множественный выход), идея которых применительно к системам связи, предназначенным для передачи и приема сообщений в многолучевых каналах связи, позволяет существенно повысить скорость передачи.

В этой же главе отмечаются те изобретатели и исследователи, которые впервые выдвинули соответствующие идеи и претворили их в жизнь.

В третьей главе дан краткий обзор развития РЛС в XX столетии, возможности которых наблюдать лоцируемые объекты и измерять их пространственные параметры возросли колоссально; если дальность действия первых систем составлял десятки км, то в конце XX века были созданы РЛС, позволяющие лоцировать объекты, расположенные за многие тысяч километров, а создание планетарных РЛС позволило лоцировать и делать снимки планет солнечной системы, расположенных за миллионы километров от Земли.

В этой же главе отмечаются важнейшие гражданские применения РЛС:

- для проведения ионосферных исследований и метеолокации;
- управления воздушным движением;
- зондирования поверхности Земли;
- исследований планет солнечной системы;
- управления транспортными средствами в автопилотах.

Быстроразвивающееся в последние годы применение РЛС в автопилотах, устанавливаемых в автомобилях, скоро сделает их применение массовым, доступным многим людям.

Четвертая глава посвящена краткому изложению теоретических основ радиолокации, созданных выдающимися учеными XX века, такими как, В.А. Котельников, Н. Винер, С.О. Райс, Д. Миддлтон и др.

Остальные пять глав содержат краткие очерки деятельности сорока трех изобретателей, ученых и инженеров, сыгравших ключевую роль в создании и развитии РЛС.

Отметим, что различным аспектам истории радиолокации посвящено множество публикаций, в частности, [1, 2]. Данная книга в значительной степени является переработкой книги [3], в которой достаточно подробно изложена история создания и развития радиолокации, как в нашей стране, так и за рубежом. В [3] дано описание технических характеристик многих радиолокационных систем, разработанных в XX столетии для разных применений. В ней также приведена обширная библиография работ, посвященных истории радиолокации, ссылки на которые в данной книге не повторяются. В [4] можно найти более обширные очерки о жизни и деятельности ученых, работы которых сыграли существенную роль в технических основах радиолокации, а также о развитии важнейших ее научных направлений.

Отдельно следует отметить книгу [5], которая представляет собой наиболее обстоятельную теоретическую книгу, посвященную обработке сигналов в радиолокационных системах. Одним из ее соавторов является В.Г. Репин – крупный ученый и специалист, краткий очерк деятельности которого приведен в главе 8 этой книги.

При создании данной книги использовались, в основном, следующие источники:

1. *Фомичев К.И.* История радиолокации / Современная радиоэлектроника (1950–1980-е годы) / Под ред. В.П. Борисова и В.М. Родионова. М.: Наука, 1993.
2. История отечественной радиолокации / Сост. С. Муравьев. М.: Столичная энциклопедия, 2015.
3. *Быховский М.А.* Развитие телекоммуникаций. На пути к информационному обществу. Развитие радиолокационных систем. М.: Горячая линия – Телеком, 2015.
4. *Быховский М.А.* Пионеры информационного века. История развития теории связи. М.: Техносфера, 2006.
5. *Бакут П.А., Большаков И.А., Герасимов Б.М., Курикша А.А., Репин В.Г., Тартаковский Г.П., Широков В.В.* Вопросы статистической теории радиолокации / Под ред. Г.П. Тартаковского. Т. 1, 2. М.: Советское радио, 1970.