

Г.А. Бабай, А.Г. Павский

**Радиотехнические средства
самолетовождения**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
Г11

Г11 **Г.А. Бабай**
Радиотехнические средства самолетовождения / Г.А. Бабай, А.Г. Павский –
М.: Книга по Требованию, 2013. – 280 с.

ISBN 978-5-458-47541-9

В книге в доступной форме дается описание основных радиотехнических средств, используемых в настоящее время для вождения многоместных самолетов. Излагаются физические основы измерения направлений и расстояний с помощью радио, принципы действия, устройство и тактико-технические возможности некоторых радиотехнических систем и автономных средств, рассматриваются правила и порядок работы с радиотехнической аппаратурой в полете при решении различных задач самолетовождения.

ISBN 978-5-458-47541-9

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint



Г л а в а I

ВВЕДЕНИЕ

Самолет в настоящее время широко применяется в различных отраслях хозяйства и культуры; он проник во все уголки нашей необъятной Родины, находится на вооружении Советской Армии и Военно-Морского Флота.

Современный самолет представляет собой весьма сложную машину, предназначенную для выполнения самых разнообразных задач.

Задачи предопределяют типы самолетов, состав и круг обязанностей членов экипажей. На одноместном самолете-истребителе весь комплекс работ в полете выполняется одним лицом — летчиком. Экипажи же многомоторных воздушных кораблей состоят из нескольких человек. Каждый член экипажа такого самолета выполняет определенные обязанности. Летчик управляет самолетом, штурман считает пройденный путь и ведет ориентировку, борттехник следит за режимом двигателей, бортрадист держит радиосвязь с землей и с другими самолетами.

Чтобы создать первоклассные самолеты, оборудовать их совершенной аппаратурой, разработать лучшие способы использования авиационной техники и обучить экипажи самолетов, необходимо было создать отечественную авиационную науку и высокоразвитую промышленность.

Среди различных отраслей и разделов авиационной науки одно из важных мест занимает самолетовождение, в развитие которого (создание технических средств, разработка теории и совершенствование практики использования этих средств в полете) большой вклад внесли ученые, инженеры, летчики и штурманы нашей страны.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ САМОЛЕТОВОЖДЕНИЯ

Термин «самолетовождение», как и большинство русских научных и специальных терминов, ясен сам по себе, он удачно охватывает и характеризует вкладываемое в него понятие.

Самолетовождение — это умение экипажей управлять полетом самолета, это действия, направленные на то, чтобы провести самолет из одной точки земной поверхности в другую, чтобы выполнить задание и обеспечить посадку самолета на заданном аэродроме. Как

мы уже указывали, экипаж в полете выполняет комплекс разнообразных работ, среди которых действия, связанные с вождением самолета, на всех типах самолетов при выполнении любых полетных заданий ведутся непрерывно.

Решение задач самолетовождения сводится к непрерывному определению местонахождения самолета относительно земной поверхности и к такому же непрерывному определению дальнейшего направления, скорости и высоты полета. На одноместном самолете наряду с решением других задач этим занимается летчик. На многоместном же самолете за самолетовождение отвечает штурман, которому помогают и другие члены экипажа.

Точное самолетовождение является одним из важнейших условий успешного выполнения любой задачи, поставленной перед авиацией, будь она военной или гражданской. Чтобы обеспечить регулярность рейсов пассажирских и почтовых самолетов Гражданского воздушного флота или выполнить задачу в боевой авиации (отыскать малозаметную цель или военный объект противника, перехватить воздушную цель, произвести разведку или воздушное фотографирование, провести воздушный парад или перебазирование авиационных частей), во всех случаях решающим условием успеха является умение экипажей точно водить самолеты. Экипаж обязан привести самолет в намеченный пункт не только в заданное время, но и с соблюдением многих других условий, например, должны быть выдержаны установленные высота и скорость полета, во многих случаях обязателен выход на пункт с заданного направления, а при групповых полетах соблюдение строго установленного боевого порядка.

Действия экипажа по самолетовождению сложны и разнообразны, выполняться они должны быстро, так как обстановка в полете, а также задачи на разных этапах его все время меняются и требуют немедленного реагирования. Однако, рассматривая весь комплекс разнообразных действий экипажа по самолетовождению, можно найти в них общую связь и последовательность, можно все действия экипажа свести к наиболее часто повторяющимся, главным, решающим.

Чтобы вести самолет куда необходимо, экипаж должен знать свое местонахождение и уметь направить самолет к цели; в этом состоит сущность самолетовождения. Знать свое местонахождение, т. е. сохранять ориентировку в полете, — это значит знать географические координаты места самолета как вертикальной проекции его на земную поверхность. Уметь направить самолет к цели полета — это значит уметь рассчитать и выдержать совершенно определенные направление, скорость и высоту полета, или, как принято называть, выдержать необходимый навигационный режим полета.

Две основные задачи самолетовождения — сохранение ориентировки и выдерживание навигационного режима полета — находятся в тесной взаимосвязи. Чтобы в любой момент точно знать местонахождение самолета, необходимо непрерывно считать пройденный самолетом путь, т. е. все время контролировать навигационный ре-

жим и учитывать время, направление, скорость и высоту полета. В то же время нельзя рассчитать необходимый навигационный режим для вывода самолета в заданную точку, нельзя проверить правильность выдерживания этого режима, не определяя периодически местонахождения самолета.

Наиболее просто определить местонахождение самолета можно визуальной ориентировкой, т. е. сравнением полетной карты с местностью, над которой пролетает самолет. Однако возможности ведения визуальной ориентировки часто ограничиваются условиями видимости ориентиров на земной поверхности, при полетах же над безориентирной местностью (море, пустыня, тайга и т. д.) визуальная ориентировка вообще исключается. К тому же точность определения местонахождения самолета визуально (сравнением карты с

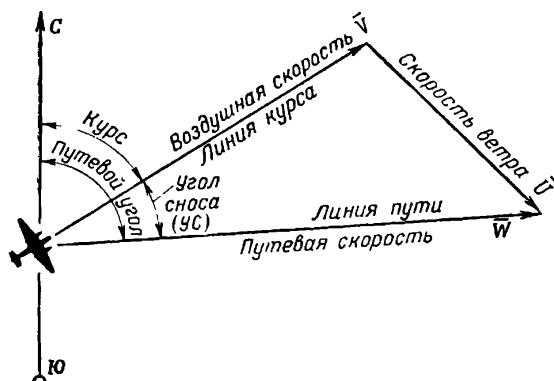


Рис. 1. Навигационный треугольник скоростей

местностью) заметно понижается с увеличением скорости и высоты полета. Вот почему определение местонахождения самолета в большинстве случаев ведется не глазомерно, а с помощью различных технических средств самолетовождения.

Выдерживать необходимый навигационный режим полета — направление, скорость, высоту — можно только с помощью технических средств самолетовождения. Без компаса, указателя скорости, высотомера и часов не только невозможно сохранение заданного или рассчитанного экипажем в полете навигационного режима, но и невыполнение всякого полета вообще.

Так как воздушная среда, в которой движется самолет, сама непрерывно перемещается, то, рассматривая скорость и направление полета самолета, приходится также учитывать движение этой среды, т. е. учитывать ветер. Скорость и направление полета будут различными, если рассматривать их относительно воздушной среды или относительно земной поверхности.

Влияние ветра на полет самолета видно из рис. 1, на котором изображен так называемый **навигационный треугольник скоростей**.

На этом рисунке вектором $\vec{V}$ обозначена воздушная скорость, или скорость полета самолета относительно воздушной среды. Вектор $\vec{U}$ обозначает скорость ветра, смещающего самолет. Под влиянием воздушной скорости V и скорости ветра U самолет пойдет не вдоль своей продольной оси (линии курса), а по линии пути, которая не совпадает с линией курса на величину, называемую углом сноса самолета (УС). Скорость самолета относительно земной поверхности (путевая скорость) является геометрической суммой вектора воздушной скорости $\vec{V}$ и вектора скорости ветра $\vec{U}$ и обозначена на нашем рисунке вектором $\vec{W}$.

Влияние ветра нарушает обычно все предварительные расчеты, поэтому определение скорости и направления ветра и непрерывный учет этих элементов — важнейшая обязанность экипажа в полете.

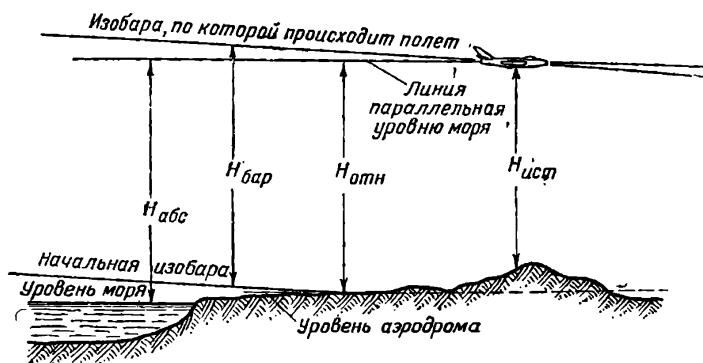


Рис. 2. Классификация высот полета

Искусство штурмана в полете и состоит в умении определять скорость и направление ветра и учитывать влияние ветра при расчете необходимого навигационного режима (курса следования и скорости полета). Можно сказать, что штурман самолета непрерывно решает в полете изображенный на рис. 1 навигационный треугольник, определяя с помощью различных технических средств одни элементы треугольника и рассчитывая другие.

Из сказанного ясно, что основными элементами, с которыми имеет дело экипаж при движении самолета в воздухе, являются: направление полета, скорость самолета относительно воздушной среды (воздушная скорость) и относительно земной поверхности (путевая скорость), направление и скорость ветра, высота полета.

Необходимо, однако, иметь в виду, что всякое измерение высоты в полете является относительным, так как высота определяется относительно какого-нибудь уровня, принятого за начальный (рис. 2).

Если в полете измеряется или рассчитывается высота относительно уровня моря, то такая высота называется абсолютной $H_{абс}$.

Абсолютной высотой принято считать высоту над уровнем Балтийского моря (уровни морей немного отличаются между собой). Истинной высотой $H_{\text{ист}}$ полета называется высота самолета относительно той местности на земной поверхности, над которой находится самолет в момент измерения. Относительной высотой $H_{\text{отн}}$ (без указания, относительно какого уровня она определена) обычно называют высоту полета относительно аэродрома вылета.

Истинную высоту полета без перерасчетов можно измерить только с помощью радиовысотомера. При пользовании барометрическим высотомером определяется высота относительно изобарической поверхности, т. е. поверхности с одинаковым атмосферным давлением. За начальную может быть принята любая изобарическая поверхность. Чаще же всего за начальную принимается изобарическая поверхность, проходящая через уровень аэродрома вылета. Иногда за начальную изобарическую поверхность принимается поверхность с давлением в 760 мм ртутного столба.

Высота, определенная относительно какой-нибудь изобарической поверхности, называется барометрической высотой $H_{\text{бар}}$ и, как видно из рис. 2, в общем случае эта высота не совпадает со всеми другими высотами.

Мы уже указывали, что неперенным условием успешного самолетовождения является сохранение экипажем ориентировки, т. е. знание своего местонахождения с такой точностью, которая необходима для выполнения поставленной на полет задачи. Как же экипаж определяет местонахождение самолета, к чему сводятся его действия в этом случае?

Место самолета (МС) как проекция его на земную поверхность в любой момент времени может быть определено (и отмечено на полетной карте) четырьмя способами (рис. 3).

Первый способ (рис. 3, а) состоит в том, что экипаж самолета, зная скорость и направление полета, непрерывно считает пройденный путь от какой-либо достоверно пройденной точки и, ведя на полетной карте прокладку пути, все время отмечает местонахождение самолета.

Для определения места самолета вторым способом (рис. 3, б) экипажу необходимо пролететь над каким-нибудь ориентиром на земной поверхности и, опознав его, отметить на полетной карте свое местонахождение в момент пролета данного ориентира. При этом способе можно определить местонахождение самолета, не ведя перед этим счисления и прокладки пройденного пути; достаточно того, чтобы ориентир был опознан.

Принципиально не требуется предварительного счисления и прокладки пути также при определении места самолета третьим и четвертым способами (рис. 3, в и г) в пересечении линий положения самолета.

Линией положения самолета называется такая линия, любая из точек на которой может быть точкой местонахождения самолета. Так, например, если экипажу известно, что самолет отстоит от какой-либо точки на земной поверхности на удалении R км, то линией

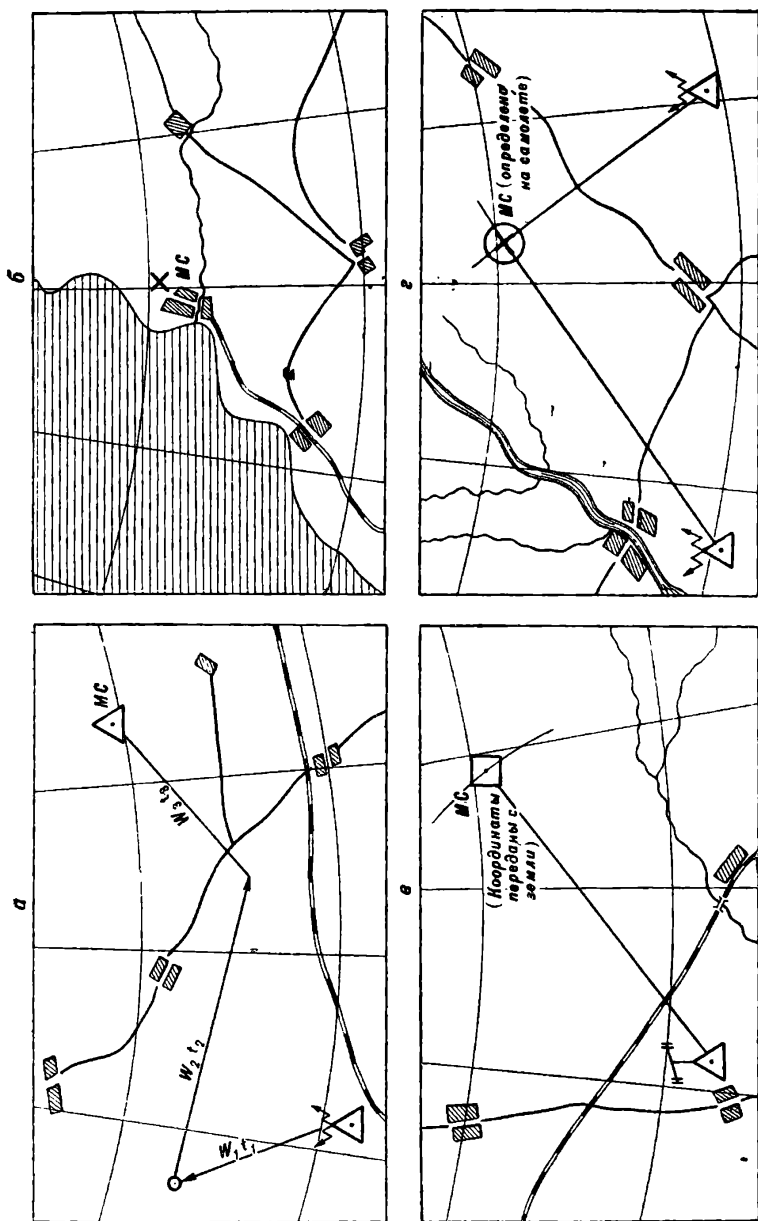


Рис. 3. Способы определения места самолета (МС):

а — счислением и прокладкой пройденного пути; б — по опознающему ориентиру под самолетом; в — по пересечению линий положения, определенных на земле; г — по пересечению линий положения, определенных на самолете

положения будет окружность, описанная радиусом R из этой точки. Экипажу может быть также известно направление от какой-либо точки на земной поверхности на самолет (пеленг самолета). В этом случае линией положения самолета будет линия, проложенная по кратчайшему расстоянию в известном направлении от радиостанции на самолет.

Определив две—три линии положения самолета, пересекающиеся между собой, экипаж может определить и свое местонахождение. Место самолета как проекция его на земную поверхность в данный момент времени будет соответствовать точке пересечения этих линий.

Линии положения самолета, а следовательно, и место самолета обычно определяются экипажем в воздухе. Однако в ряде случаев (например, при использовании некоторых радиотехнических средств самолетовождения) линии положения и место самолета в точке их пересечения могут быть определены на земле и переданы по радио экипажу на борт самолета в виде географических координат. Хотя принципиально эти способы не отличаются один от другого, однако для экипажа имеет существенное значение то обстоятельство, что место самолета определено на земле не принимающим в полете участия лицом. В силу этой особенности данный способ определения места самолета может быть выделен в самостоятельный.

Из рассмотрения способов определения местонахождения (места) самолета в полете как вывод вытекает следующее:

во-первых, ни один из этих способов определения места самолета не может быть признан лучшим или худшим, так как преимущества каждого способа и его применимость проявляются в конкретных условиях полета;

во-вторых, в абсолютном большинстве случаев эти способы применяются не каждый самостоятельно, а в сочетании;

в-третьих, хотя и возможно в некоторых случаях определить место самолета без предварительного счисления и прокладки пути, но в практике полетов экипаж любого самолета счисление и прокладку пути должен вести непрерывно, чтобы гарантировать себя от потери ориентировки в полете и обеспечить успешное самолетовождение.

Чтобы решать в полете перечисленные выше задачи — непрерывно сохранять ориентировку, контролировать и выдерживать навигационный режим, экипаж использует технические средства самолетовождения.

В состав современных средств самолетовождения входят разнообразнейшие приборы, устройства и приспособления, работающие на различных принципах и по-разному используемые в полете. К ним относятся: самолетное навигационное оборудование (навигационно-пилотажные приборы, радиоаппаратура, астрономические приборы), средства земного обеспечения самолетовождения (радиотехнические, светотехнические и др.), штурманские счетно-измерительные приспособления и устройства.

По своему принципу действия, характеру использования и условиям применения современные технические средства самолетовождения могут быть разделены на три основные группы.

Первая группа — общие средства самолетовождения, к которым относятся магнитные компасы, указатели скорости, высотомеры, часы и другие приборы. Общими они называются потому, что устанавливаются на всех типах самолетов и, являясь основными приборами для счисления и прокладки пройденного самолетом пути, используются во всех условиях и на всех этапах любого полета в сочетании с другими средствами. Общие средства самолетовождения не требуют для своего применения ни видимости земли (за исключением бортового визира) или небесных светил, ни работы средств земного обеспечения самолетовождения.

Вторая группа — радиотехнические системы самолетовождения. Системами они называются потому, что включают в себя наземные радиоустройства и самолетную аппаратуру, работающие совместно (радиомаяки и самолетные радиоприемники, передающие радиостанции на земле и радиокompасы на самолете, наземные радиопеленгаторы и самолетные связные радиостанции). Кроме систем, используются и автономные радиотехнические средства — радиовысотомеры, самолетные радиолокационные станции и др. Применение радиотехнических средств дает возможность с высокой степенью точности решать многие задачи самолетовождения при полете как в простых, так и в сложных метеорологических условиях.

Применение радиотехнических систем ограничивается дальностью действия этих систем, а в некоторых случаях и их пропускной способностью (количеством самолетов, могущих одновременно использовать данную радиотехническую систему). Кроме того, в боевых условиях применение радиосредств (как автономных, так и радиотехнических систем) будет ограничиваться помехами со стороны противника и необходимостью радиомаскировки.

Третья группа — астрономические средства: авиационные секстанты, астрокомпасы, хронометры и др. С помощью астрономических приборов можно при полетах в любых географических широтах с достаточной точностью определить местонахождение самолета и направление полета по наблюдениям небесных светил без помощи каких-либо наземных средств.

Важнейшим преимуществом астрономических средств является то, что точность определения ими места самолета не зависит от пройденного пути, а значит, и от удаления самолетов от своих баз. Астрономические средства, равно как и общие средства, совершенно не подвержены влиянию умышленных помех.

Кроме этих технических средств, штурман в полете обязательно использует полетную карту, различные инструменты и вспомогательные таблицы и графики.

Радиотехнические средства самолетовождения занимают особое место среди всех других средств самолетовождения. С появлением радиотехнических средств самолетовождения начался новый этап в развитии советской авиации. Применение радио в самолетовождении

нии сделало полеты независимыми от погоды, повысило регулярность рейсовых полетов кораблей Гражданского воздушного флота, расширило тактические возможности боевого применения Военно-воздушных сил нашей страны.

Использование экипажами радио в самолетовождении обеспечивает решение важнейшей задачи — определения местонахождения самолета, причем место самолета может быть определено в некоторых случаях с очень высокой точностью. А главное, место самолета при помощи радиотехнических средств может быть определено независимо от видимости земных ориентиров, т. е. над морем, над пустыней, в темную ночь, при полете в облаках и за облаками.

Кроме определения места самолета, радиотехнические средства самолетовождения дают возможность производить и другие навигационные определения. Так, например, при помощи радио можно определить фактическое направление полета, путевую скорость, высоту полета, угол сноса.

Только с применением радио стали возможны: длительные маршрутные полеты вне видимости земли и небесных светил; вывод самолета при отсутствии оптической видимости (темной ночью, в тумане, за облаками) в район цели; отыскание в любых условиях цели, поражение ее и возвращение на свой аэродром; безопасная посадка самолета в сложных метеорологических условиях и т. п.

Применение радиотехнических средств самолетовождения не исключает возможности пользования для этой цели другими приборами. Наоборот, успешное применение радиосредств возможно только тогда, когда экипаж умело сочетает эти средства с другими приборами — магнитным компасом, указателем скорости, оптическим визиром и др.

В настоящее время для самолетовождения используются самые разнообразные радиотехнические средства, при помощи которых обеспечивается вождение любых типов самолетов — от самолета связи с одним двигателем и одноместного истребителя до многоместного, тяжелого воздушного корабля с несколькими двигателями. Без радиосредств сейчас немыслим никакой более или менее сложный полет ни в военной, ни в гражданской авиации.

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ САМОЛЕТОВОЖДЕНИЯ

Впервые на возможность применения радио для определения направления из одной точки земной поверхности в другую, т. е. на возможность радиопеленгования, указал наш великий соотечественник, изобретатель радио Александр Степанович Попов. В своем отчете об опытах по радиосвязи, проводимых на Балтийском море в 1897 г., А. С. Попов писал:

«Влияние судовой обстановки сказывается в следующем: все металлические предметы (мачты, трубы, снасти) должны мешать

действию приборов как на станции отправления, так и на станции получения, потому что, попадая на пути электромагнитной волны, они нарушают ее правильность, отчасти подобно тому, как действует на обыкновенную волну, распространяющуюся по поверхности воды, брекватер¹, отчасти вследствие интерференции волн, в них возбужденных, с волнами источника...»²

А. С. Попов не только открыл возможность определения направления с помощью радиоволн, но и намечил пути использования этого явления. В этом же отчете он указывал:

«Применение источника электромагнитных волн на маяках в добавление к световому или звуковому сигналам может сделать маяки видимыми в тумане и в бурную погоду: прибор, обнаруживающий эл. волну звонком, может предупредить о близости маяка, а промежутки между звонками дадут возможность различать маяки. Направление маяка может быть приблизительно определено, пользуясь свойством мачт, снастей и т. п. задерживать эл. волну, так сказать, затенять ее»³.

Другой наш великий соотечественник, современник А. С. Попова, адмирал русского флота С. О. Макаров, ознакомившись с опытами Попова, сделал первую попытку применить радиопеленгование на практике. Известен приказ адмирала С. О. Макарова, в котором он писал:

«При определении направления (на противника.— *Ред.*) можно пользоваться, поворачивая свое судно и засекая своим рангоутом приемный провод, причем по отчетливости можно судить иногда о направлении на неприятеля. Минным офицерам предлагается производить в этом направлении всякие опыты»⁴.

Преждевременная смерть изобретателя радио А. С. Попова и трагическая гибель адмирала С. О. Макарова помешали в то время завершить и развить эти опыты. Позднее опыты были продолжены и благодаря плодотворной работе русских ученых в этой области радиопеленгование уже в первую мировую войну широко применялось на флоте, а в советское время стало широко применяться и в авиации для самолетовождения.

А. С. Попову принадлежит также заслуга открытия и другого замечательного явления — отражения радиоволн, на котором основано измерение расстояний при помощи радиоволн, а следовательно, основана вся современная радиолокация.

В упоминавшемся выше отчете А. С. Попова об опытах по радиосвязи в 1897 г. описано было следующее наблюдение: при осуществлении радиосвязи между двумя кораблями «Европа» и «Африка» связь прекратилась в то время, когда между транспортом «Европа», на котором был установлен радиопередатчик, и «Афри-

¹ Брекватер — волнорез.

² «Изобретение радио А. С. Поповым», Сборник документов и материалов под редакцией А. И. Берга, Издательство Академии наук СССР, 1945, стр. 72.

³ Там же, стр. 73.

⁴ Из приказа командующего русским флотом в Порт-Артуре от 7 марта 1904 г.