

Импульсные радиолокационные станции радиоволн мм-диапазона морского применения



В. Г. Яковлев,
канд. техн. наук, доцент,
действительный член
Международной академии
навигации и управления
движением, председатель
совета директоров
«МКС-Групп»



Н. Т. Ничипоренко,
доктор техн. наук,
профессор, главный
конструктор
ЗАО «Морские Комплексы
и Системы» («МКиС»)

Информативность радиолокационных станций (РЛС) радиоволн миллиметрового диапазона, которая на 2–3,5 порядка выше, чем у РЛС волн сантиметрового диапазона, позволяет значительно увеличить эффективность морской радиолокации и расширить сферу ее применения. РЛС волн миллиметрового диапазона используются для обеспечения безопасности плавания, контроля надводной обстановки, технического контроля, охраны объектов, экологического и ледового мониторинга и др.

В 1960–70-е гг. радиоволны миллиметрового диапазона (ММВ) широко применялись для решения задач радиосвязи, радиолокации, дистанционного зондирования окружающей среды и др. Благодаря некоторым особенностям радиоволн этого диапазона возможно создание сверхширокополосных линий связи между наземными службами *земля — космос, космос — космос*. В области радиолокации приемлемые габаритные размеры антенных систем позволяют создать РЛС с высоким разрешением по углу, что дает возможность повысить информативность радиолокационного изображения, а также значительно улучшить точностные характеристики береговых и судовых РЛС.

Физические особенности взаимодействия ММВ с атмосферой, гидрометеорами, со структурой неровностей морской и наземной поверхности, растительного покрова позволяют в этом диапазоне со-

здать эффективные РЛС неконтактного измерения характеристик облучаемых объектов и мониторинга.

В 1964 г. на кафедре радионавигационных приборов ЛВИМУ им. адм. С. О. Макарова начались работы по обоснованию возможности применения РЛС ММВ на объектах морского флота для повышения безопасности мореплавания.

Натурные испытания, проведенные в 1966–1967 гг. с использованием экспериментального образца РЛС ММВ «Обзор-Б», предназначенного для контроля и регулирования движения в аэропортах, позволили получить ряд новых результатов, а сравнительный анализ показал, что в мм-диапазоне, по сравнению с см-диапазоном, дальность обнаружения малых объектов, при прочих равных условиях, больше, так как диаграмма направленности антенны в вертикальной плоскости больше «прижимается» к водной поверхности.

В результате были сделаны убедительные выводы о том, что РЛС ММВ можно использовать в качестве береговой РЛС для проводки судов в портах.

Кроме того, теоретико-информационный подход к количественной оценке радиолокационной информации показал, что информационная емкость РЛС ММВ на 2–2,5 порядка выше, чем в 3-сантиметровом диапазоне, и на 3–3,5 порядка выше, чем РЛС в 10-сантиметровом диапазоне.

Повышенная информативность радиолокационного изображения РЛС ММВ позволяет добиться получения следующих качественных характеристик:



- возможность оценки по радиолокационному изображению ракурса и длины судна;

- повышение точностных параметров и подробности наблюдения круговой обстановки, что увеличивает надежность глазомерной оценки ситуации и ускоряет решение задачи расхождения судов как в обычном режиме, так и в режиме САРП.

При поддержке всесоюзного объединения «Морсвязьспутник» командование ЛВИМУ безрезультатно обращалось в различные НПО соответствующих министерств с просьбой о производстве РЛС. В начале 1990-х гг. АОЗТ «Морские компьютерные системы», генеральным директором которого был В. Г. Яковлев, приступило к организации и финансированию разработки РЛС ММВ гражданского применения «Балтика»; главным конструктором выступал Н. Т. Ничипоренко.

Был определен ряд новых научных направлений в использовании РЛС ММВ:

- измерение неконтактным способом параметров морского волнения, что важно для гидрографических исследований при строительстве портовых сооружений и молов, укреплении береговой черты от размыва (эта информация необходима и при выборе оптимального курса хода судна на волнении);

- повышение ходовой скорости и безопасности движения во льдах ледоколов и судов ледового класса;

- измерение неконтактным способом загрязнения водной поверхности, в том числе от нефти и нефтепродуктов, с выработкой рекомендаций по устранению последствий загрязнений;

- обеспечение безопасности государственных объектов со стороны водной поверхности: стационарных и передвижных атомных электростанций, гидроэлектростанций и портов, правительственных и военных объектов;

- мониторинг водного пространства в целях охраны государственной границы и защиты биоресурсов в прибрежных зонах РФ и др.

Первые четыре образца антенно-приемопередающего устройства (АППУ) РЛС «Балтика-Б» изготавливались на «НПП «Модуль», а компьютерный радиолокационный индикатор (КРИ), в то время впервые в России, разрабатывался и изготавливался в ЗАО «Морские Комплексы и Системы» (ЗАО «МКиС»). Впоследствии АППУ РЛС «Балтика» изготавливались ОАО «Экс-

периментальный завод» холдинговой компании «Ленинец» по заказам ЗАО «МКиС».

Первый образец РЛС «Балтика-Б» был установлен в СУДС порта Мурманск по заключенному в 1995 г. договору с Морской администрацией порта (МАП). Был разработан технический проект создания выносных постов СУДС, охватывающий Кольский залив в южной части Баренцева моря, вокруг п-ова Рыбачий залива Печенга, а также поставлен комплект аппаратуры БРЛС «Балтика-Б», с установкой трех компьютерных индикаторов, осуществлены настройка и запуск системы взамен устаревшей БРЛС СМВ «Раскат».

В дальнейшем в МАП Мурманск был установлен аппаратно-программный радиолокационный комплекс мм-волн «Балтика-Б» на необслуживаемом телеуправляемом выносном радиолокационном посту мыс Мишуково, обеспечена трансляция изображения в центр управления СУДС в Абрам-Мысе, дистанционный контроль и управление.

В конце 1990-х гг. ЗАО «МКиС» приступило к разработке РЛС ММВ нового поколения «Нева-Б» и глубокой модернизации РЛС «Балтика-Б». Основными особенностями новых разработок являлись:

- передатчик на безнакальном магнетроне;

- современные средства и способы обработки и отображения информации;

- новая современная элементная база и др.

Эти РЛС изготавливаются на собственном производстве «МКС-Групп» на базе комплектующих, поставляемых партнерами — крупными производителями радиотехнической продукции. Среди них ЗАО «НПП «Салют-27», ОАО «Плутон», ОАО «Экспериментальный завод».

К настоящему времени РЛС «Балтика-Б» установлены в СУДС портов Мурманска, Санкт-Петербурга, Владивостока, Находки, Калининграда, Кавказа, Темрюка и мыса Тузла, Сочи, Мариуполя, Ейска.

В 1998 г. ЗАО «МКиС» начало активно сотрудничать с НИИТЦ погранвойск Российской Федерации по двум направлениям:

- создание береговых РЛС ММВ для решения пограничных задач и установка их на постах технического наблюдения;

- создание высокоинформативной корабельной РЛС ММВ для осна-

щения существующих и строящихся катеров.

После всесторонних испытаний БРЛС «Балтика-Б» принята на снабжение приказом директора ФПС России от 28.08.1999 г.

В период 2004–2005 гг. ЗАО «МКиС» разрабатывает и производит береговой двухдиапазонный комплекс БДДРЛК «Балтика-БТВ». Он предназначен для автоматизации сбора, обработки, регистрации и передачи на центральный пост управления радиолокационной, телевизионной информации о надводной обстановке, а также о техническом состоянии аппаратуры поста технического наблюдения, автоматизации управления аппаратурой ПТН путем формирования и передачи команд управления.

Решением Межведомственной комиссии от 27.04.2006 г. комплексу БДДРЛК присвоена литера «01». Приказом ПС ФСБ РФ от 12.07.2006 г. комплекс БДДРЛК принят на снабжение в составе «Комплекса технических средств базовой пограничной заставы».

Комплекс непрерывно совершенствуется, улучшаются его тактические характеристики, комплексированы новые технические средства наблюдения.

С 2006 г. по настоящее время для нужд пограничной службы поставлено, смонтировано и запущено в эксплуатацию 19 комплектов.

Судовые (корабельные) РЛС мм-диапазона волн имеют ряд существенных преимуществ в ближней зоне по сравнению с аналогичными РЛС см-диапазона волн: они обладают повышенными информативностью и точностью, большими дальностью и вероятностью обнаружения малых и сверхмалых надводных объектов, меньшими габаритами, массой и потребляемой мощностью и др.

ЗАО «МКиС» по техническим требованиям ПС ФСБ РФ разработало судовую РЛС мм-диапазона МР-2ПВ. Она предназначена для обеспечения безопасности плавания надводных кораблей, катеров и вспомогательных судов пограничной службы и ВМФ, обнаружения сверхмалых и малых целей, использования в навигационно-тактическом комплексе управления кораблем.

В 2001 г. МР-2ПВ успешно прошла приемосдаточные и войсковые испытания. По решению межведомственной комиссии № 11/1/2846 от 19.10.2001 г. КД и ЭД присвоена литера «01» (серийное производство). РЛС принята на снабжение пограничной служ-



бой РФ по приказу директора ФПС от 07.07.2001 г.

С 2002 г. предприятиям судостроительной отрасли поставлено более 30 изделий МР-2ПВ на корабли пограничной службы ФСБ России.

В сентябре 2010 г. доработанный вариант РЛС ММВ «Балтика-Б» в составе «Комплекса телевизионных и радиолокационных средств навигационного обеспечения базы» прошел успешные государственные испытания на Северном флоте. Приказом министра обороны Российской Федерации РЛС ММВ «Балтика-Б» (от 26.01.2013 г.) в составе навигационных комплексов «Оккервиль-Б» и «Оккервиль-А», предназначенных для обеспечения высокоточного ориентирования и безопасности плавания кораблей и судов ВМФ в акваториях пунктов базирования, принята на снабжение Вооруженных сил РФ.

Доработанный вариант РЛС ММВ «Балтика-Б» («Нева-Б») в составе «Радиолокационно-оптической системы миллиметровых волн («РОС ММВ «Градиент») базового комплекса технических средств физической защиты ядерно-опасных объектов в августе 2007 г. успешно прошел государственные (межведомственные) испытания.

В ноябре 2011 г. РЛС ММВ «Нева-Б» введена в эксплуатацию в составе комплекса инженерно-технических средств физической защиты акватории Ленинградской АЭС «ОАО «Концерн Росэнергоатом».

В 2009 г. ЗАО «МКиС» закончило разработку и изготовило опытный образец мобильного радиолокационного поста (МРП) «Нева-МП». Он предназначен для сбора, цифровой обработки, хранения и отображения на мониторе АРМ оператора радиолокационной информации от двух радиолокационных модулей мм- и см-диапазонов, а также информации, поступающей по каналам автоматической идентификационной системы (АИС). МРП «Нева-МП» исполь-

зуется в составе мобильного комплекса физической защиты и охраны мест стоянки судов с ядерными энергетическими установками и судов обеспечения с ядерными материалами. В настоящее время изготовлено и поставлено (конечный заказчик — МВД России) семь МРП: в Мурманск, Дудинку (Енисейский залив), Провидения, Певек (Чукотка), Сочи, Кандалакшу и Якутск.

Комплекс физической защиты особо важных объектов включает в себя ряд систем и устройств, позволяющих своевременно обнаружить надводные и подводные цели при несанкционированных попытках проникнуть на защищаемую территорию или объект. В ноябре-декабре 2011 г. РЛС ММВ «Нева-Б» прошла успешные натурные (эксплуатационные) испытания на Черноморском побережье на объекте «Бочаров ручей» службы охраны на Кавказе ФСО России. Уже выполнены два контракта, заключенные с ФСО России, на комплексную поставку оборудования, технических средств и программного обеспечения охраны акваторий объектов «Бочаров ручей» и «Ривьера».

РЛС ММВ «Нева-Б» также поставляется в составе комплексов инженерно-технических средств обеспечения транспортной безопасности акваторий морских портов, подведомственных Минтрансу России (заказчик — ФБУ «Служба морской безопасности России»). В 2012 г. установлены две РЛС «Нева-Б» и «Нева-2Б» в портах Темрюк и Архангельск. В 2013 г. устанавливаются еще пять РЛС «Нева-Б» в портах Певек, Провидения, Дудинка, Кандалакша, Витино.

Важным для народного хозяйства применением РЛС ММВ является мониторинг водной поверхности и ледового покрытия для решения экологических задач и обеспечения плавания судов в тяжелых ледовых условиях. Во второй половине 2000-х гг. активно начались работы в этих двух направлениях.

В 2009 г. ЗАО «МКиС» в инициативном порядке на базе серийно выпускаемой РЛС ММВ «Нева» разработало макет ледовой РЛС ММ (шифр «Нева-ЛП»), включающий специализированное устройство визуализации ледовой обстановки на базе радарного процессора РП-3.2. Проведенные в феврале 2010 г. натурные испытания на борту атомного ледокола «Вайгач» ФГУП «Атомфлот» в Карском и Баренцевом морях показали, что только применение РЛС мм-диапазона позволяет проводить оперативный мониторинг ледовой обстановки и вы-

полнять высококачественную визуализацию состояния морского льда.

Для решения задачи использования РЛС ММВ в экологическом мониторинге водной поверхности, при определении и прогнозировании разливов нефтепродуктов применялись методы и основные положения теории рассеяния радиоволн на взволнованной поверхности моря, теории информации, методы контрастного приема при первичной обработке радиолокационного сигнала, методы цифровой обработки изображений.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях измерений и настройки аппаратуры ЗАО «МКиС», а также в реальных условиях на акваториях Финского залива, портов Новороссийск, Кавказ, Сочи.

Обработка радиолокационных сигналов для обнаружения разливов нефти была внедрена в виде дополнительного модуля программного обеспечения в серийные РЛС ММВ «Нева», установленные в 2010–2011 гг. на пограничных постах в районах Калининграда и Чудского озера, а также на БРЛС порта Козьмино на Дальнем Востоке. Опытный образец РЛС ММВ «Нева» с дополнительным режимом обнаружения разливов нефти был установлен на многоцелевом спасательном судне «Ясный» (бассейновое аварийно-спасательное управление) на время международных учений по ликвидации нефтяного загрязнения на море BALEX DELTA 2011, проводимой Хельсинкской комиссией по защите окружающей среды Балтийского моря (HELCOM).

По результатам исследований экологического и ледового применения РЛС ММВ в 2012 г. защищены две кандидатские диссертации и получены два патента. Активно ведется доработка этих РЛС и их промышленное внедрение.

Всего в настоящее время изготовлено и поставлено более 140 РЛС ММВ различного назначения. P



ЗАО «Морские Комплексы и Системы»

192174, Санкт-Петербург,
пр. Александровской Фермы, д. 2 (офис),
ул. Бабушкина, д. 80
(производственное здание)
Тел.: +7 (812) 368-39-34
Факс: +7(812)368-39-93
mail@mkis.su
www.mkis.su