

А.Ю. Андреев

ФГУП «Крыловский государственный научный центр», Санкт-Петербург, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ С ФАЗИРОВАННЫМИ АНТЕННЫМИ РЕШЕТКАМИ НА КОРАБЛЯХ ЗАРУБЕЖНЫХ ВМС, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ СЛЕЖЕНИЯ ЗА КОСМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Объект и цель научной работы. Объектом исследования являются корабли, предназначенные для слежения за космическими объектами (СКО) и обнаружения пусков межконтинентальных баллистических ракет. Целью статьи является анализ истории создания и развития таких кораблей, анализ их современного состояния и особенности использования в современных условиях. Показана эволюция кораблей СКО и их радиолокационных станций (РЛС) слежения. Отдельно рассмотрен вопрос использования для этих целей активных фазированных антенных решеток.

Материалы и методы. Проанализированы данные испытаний кораблей СКО различных стран с момента их появления до настоящего времени. Изложены основные этапы развития корабельных радиолокационных систем в различных странах. Отражены главные характеристики кораблей СКО.

Основные результаты. На основе анализа развития кораблей СКО за прошедшие 60 лет выявлены основные тенденции развития техники и технологий слежения за космическими объектами. Отмечены наиболее перспективные конструкции радиолокационных комплексов (РЛК) и РЛС кораблей СКО.

Заключение. Представленные материалы позволяют определить тенденции развития кораблей СКО. Полученные выводы могут быть использованы при проектировании отечественных перспективных кораблей СКО, их РЛК и РЛС.

Ключевые слова: радиолокация, радиолокационная станция, фазированная антенная решетка, корабль слежения, космические объекты, баллистические ракеты, противоракетная оборона.

Автор заявляет об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Для цитирования: Андреев А.Ю. Перспективы использования радиолокационных станций с фазированными антенными решетками на кораблях зарубежных ВМС, предназначенных для слежения за космическими объектами. Труды Крыловского государственного научного центра. 2018; 3(385): 145–152.

УДК 621.396.967:623.82

DOI: 10.24937/2542-2324-2018-3-385-145-152

A.Yu. Andreev

Krylov State Research Centre, St. Petersburg, Russia

OUTLOOK FOR APPLICATION OF RADARS WITH PHASED-ARRAY ANTENNAS IN FOREIGN NAVIES ON MISSILE TRACKING SHIPS

Object and purpose of research. The study looks at the ships designed for tracking spacecraft and intercontinental ballistic missiles. The purpose is to review the background story of development and state-of-the-art in this field, as well as to analyze some specific aspects of operating this type of ships in contemporary environment. The paper gives an evolution overview of the missile tracking ships and their radars. Particular attention is given to application of active phased array antennas for these purposes.

Materials and methods. Test data on missile tracking ships, which have been obtained all around the world from their emergence to present day, are analyzed. The main evolution stages of ship radar systems in various countries are reviewed. Principal particulars of missile and spacecraft tracking ships are described.

Main results. Based on the analysis of missile tracking ships over the last 60 years, the main trends in spacecraft and missile tracking technologies are traced. The most promising solutions in the design of onboard radar antennas and systems of instrumentation ships are brought out.

Conclusion. The presented materials make it possible to identify the trends in development of missile tracking ships. The obtained conclusions can be useful for design of advanced Russian spacecraft & missile tracking vessels and their radar antennas and systems.



Key words: radar detecting and ranging, radar, phased array, missile tracking ship, spacecraft, ballistic missiles, ballistic missile defense system, AGMH-ship.

Author declares lack of the possible conflicts of interests.

For citations: Andreev A.Yu. Outlook for application of radars with phased-array antennas in foreign navies on missile tracking ships. Transactions of the Krylov State Research Centre. 2018; 3(385): 145–152 (in Russian).

UDC 621.396.967:623.82

DOI: 10.24937/2542-2324-2018-3-385-145-152

Корабли слежения за космическими объектами (СКО) и баллистическими ракетами (Tracking Ships или Missile Range Instrumentation Ships – по классификации НАТО) – специальные корабли, предназначенные для контроля параметров полета баллистических ракет на предельной дальности. Также корабли этой категории оснащены оборудованием для обеспечения приводнения и подъема спускаемых аппаратов космических станций.

Первые отечественные корабли СКО водоизмещением 7400 т – «Сибирь», «Сахалин», «Сучан» и «Чукотка» – по требованию С.П. Королева появились в составе ВМФ СССР в 1959 г. Их государственные испытания совместили с переходом на Дальний Восток по Севморпути. В 1963 г. в состав ВМФ вошли два новых корабля СКО водоизмещением 12 700 т – «Чажма» и «Чумикан». Вершиной развития отечественных кораблей СКО стал самый большой в мире разведывательный трехмачтовый корабль «Урал» (водоизмещение – 33 000 т) с атомной энергетической установкой (рис. 1). В 1989 г. он совершил переход из Ленинграда на Тихоокеанский флот, по пути отследив старт космического челнока Columbia и вывод на орбиту двух американских разведывательных спутников, однако затем не использовался, был поставлен у причала и пришел в полную негодность.



Рис. 1. Корабль слежения за космическими объектами «Урал»

Fig. 1. Missile tracking ship Ural

В настоящее время в строю находится построенный в 1989 г. корабль СКО «Маршал Крылов» (водоизмещение – 24 300 т).

Зарубежные корабли слежения за космическими объектами

Foreign missile range instrumentation ships

В США первым кораблем СКО стал General Hoyt S. Vandenberg T-AGM-10 (рис. 2) водоизмещением 9950 т, введенный в строй в июле 1964 г. Его черты – особенно расположение антенн – можно узнать на фотографиях более поздних китайских и французских кораблей СКО.

Так, на рис. 3 (см. вклейку) показано расположение радиолокационных станций (РЛС) на французском корабле СКО A601 Monge (водоизмещение – 17 760 т, построен в 1992 г.). A601 Monge должен был возглавить дивизион из трех корпусов, обеспечивающий Космическое Агентство Франции в части слежения за пусками ракет Ariane и движением спутников на орбите Земли, но так и остался в единственном экземпляре. Он имеет ресурсы для слежения за динамикой полета головных частей межконтинентальных баллистических ракет (МБР), анализа данных РЛС, приема телеметрии, оптических измерений и расчета траектории. Полет голов-



Рис. 2. Корабль слежения за космическими объектами General Hoyt S. Vandenberg (США)

Fig. 2. Missile range instrumentation ship General Hoyt S. Vandenberg (USA)

ных частей МБР продолжается на заключительном этапе 30 секунд, и средства должны следить за ними при скоростях 6,0 км/с.

В декабре 1999 г. Monge был привлечен для траекторных измерений и получения телеметрических данных при пуске ракетносителей Agiane-4 и Agiane-5. С тех пор корабль используется при всех пусках ракетносителя Agiane. Кроме того, Monge обеспечивал наблюдение при сходе с орбиты для затопления орбитальной станции «Мир», а также для слежения за искусственными спутниками Земли (ИСЗ) и «космическим мусором». Технические возможности средств этого корабля позволяют обнаружить монету диаметром 25 мм на расстоянии 500 км [1]. Основные средства наблюдения Monge: три РЛС диапазона 3 ГГц – две РЛС Armor и одна Gasconge; РЛС Normandie диапазона 1,5 ГГц. Также есть бистатическая РЛС электронного сканирования Stratus – передающая антенна на носу корабля и приемная антенна вблизи кормовой надстройки.

Китайские корабли с названием Yuan Wang предназначены для слежения за запусками спутников Народной Освободительной Армии Китая и измерения траекторий полета МБР. Корабли разных лет выпуска различаются архитектурой, но образуют единую группу и имеют номерное обозначение. Водоизмещение кораблей СКО – ок. 21 000 т, длина – ок. 200 м, экипаж – ок. 470 человек. В носовой части кораблей имеется «азипод» мощностью 800 кВт, позволяющий поддерживать постоянную ориентацию на якорю.

Первые такие корабли – Yuan Wang 1 (рис. 4) и Yuan Wang 2 – были спущены на воду в Шанхае в конце 70-х гг. XX в. и обеспечили Китаю отслеживание пусков МБР и ИСЗ за пределами Китая [2]. Основное средство слежения – моноимпульсная РЛС Type 180 диапазона 4–6 ГГц с параболической антенной диаметром 9,0 м. Она может отслеживать цель в режимах локации и ответчика в диапазоне азимутальных углов 0–360° и 2–178° по углу места [3].

Следящая РЛС с параболической антенной диаметром 1,5 м работает в режиме непрерывного излучения в диапазоне 1,5–3,5 ГГц. Конус сканирования составляет 7,4–8,4°, частота сканирования – 24 Гц, поляризация круговая.

В июле 1990 г. два этих корабля еще раз удачно выполнили отслеживание и измерение траектории запуска на китайском носителе Changzheng-2E австралийского и пакистанского ИСЗ.



Рис. 4. Корабль слежения за космическими объектами Yuan Wang 1

Fig. 4. Missile tracking ship Yuan Wang 1

Фазированные антенные решетки на кораблях слежения

Phased antenna arrays on missile tracking ships

С появлением фазированных антенных решеток встал вопрос о возможности их применения на кораблях СКО. Первая такая решетка РЛС AN/SPQ-11 Cobra Judy (рис. 5, см. вклейку) установлена на корабле Observation Island, США в 1981 г. (он был перекалифицирован в корабль СКО T-AGM-23) [4].

Антенная система РЛС представляет собой плоскую прямоугольную активную фазированную антенную решетку (АФАР), состоящую из 3000 маломощных приемопередающих модулей диапазона S (3 ГГц), каждые четыре из которых объединяются во взаимозаменяемый блок. Она обеспечивает обзор воздушного пространства путем электронного сканирования луча по азимуту в секторе до 90° и по углу места до 22°. Кроме того, за счет механического вращения антенны на поворотной платформе сектор обзора может быть расширен в горизонтальной плоскости в пределах ±90°, по углу места – от –5 до +35°.

Позднее для проведения траекторных измерений и повышения эффективности селекции при распознавании сложных баллистических объектов на судне дополнительно была установлена РЛС диапазона X (10 ГГц) с параболической антенной диаметром 9 м (рис. 6, см. вклейку). Она получала целеуказание от АФАР и обеспечивала радиолокационное изображение целей и их идентификацию с высокой точностью. Передатчик диапазона X по-

сле модернизации содержал восемь высоковольтных (45 кВ) генераторных модулей по 150 кВт каждый, полупроводниковые модуляторы и систему индикации неисправностей [5, 6].

РЛС управлялись рабочей станцией CYBER 170 1973 г. производства. Observation Island выведен из состава ВМС США 1 апреля 2014 г.

В 2003 г. Минобороны США заказало фирме Raytheon модернизацию – радиолокационный комплекс (РЛК) Cobra Judy, и к 2014 г. обновленный комплекс Cobra King был установлен на новом корабле СКО. Под этот РЛК сконструировали корабль Howard O. Lorenzen T-AGM-25 водоизмещением 12 600 т, спущенный на воду в 2011 г. Согласно выдвинутым требованиям, новый корабль должен выполнять основные функции при высоте волны 3–4 м и выдерживать волнение высотой до 15 м. Свободная площадь палубы для работы установки составляет не менее 1254 м². Свободные мощности при движении корабля со скоростью 5,0 уз – не ниже 8,0 МВт. На двух палубах имеется место для размещения двух АФАР (одна выше другой), а еще выше – место для установки 38 антенн связи. Разнос АФАР по длине – 30 м, по высоте – 11 м. Расстояние от крыльев мостика до ближайшей АФАР – не менее 30 м. Вес верхней АФАР – 298 т, вес АФАР на первой палубе – 270 т [7]. Обзор по азимуту – 360°, по углу места – 2–90°. Корабль СКО Howard O. Lorenzen и его РЛК Cobra King были приняты в эксплуатацию в 2014 г. (рис. 7, см. вклейку).

РЛК Cobra King имеет автоматизированную систему обработки сигналов, что позволяет обнаруживать и идентифицировать цели с эффективной площадью рассеивания 1,0 м² на дальностях до 4500 км, а при 0,1 м² – до 600 км. Основное отличие новых РЛК – централизованное управление формированием лучей АФАР, а также автоматизированный режим сбора, обработки и анализа данных. Благодаря этому возможно одновременное сопровождение нескольких малозаметных целей в условиях сложной фоноцелевой обстановки и радиоэлектронного противодействия. При меньших массогабаритных характеристиках АФАР мощность их излучения повышена за счет использования твердотельных арсенид-галлиевых приемопередающих модулей. Это должно обеспечить обнаружение целей на дистанциях в тысячи километров. Каждая АФАР закрыта радиопрозрачным экраном.

Оставаясь в международных водах, Howard O. Lorenzen может обнаруживать пуски ракет, например, глубоко внутри Китая или России.

Главные задачи Cobra King – обнаруживать ракеты на больших дальностях [8] с помощью РЛС диапазона S (3 ГГц), после чего РЛС диапазона X (10 ГГц) должна сопровождать и отличать боеголовки от ложных целей за счет высокого разрешения по дальности (15–20 см) [6]. Любые данные, полученные РЛК Cobra King, позволяют отразить атаку МБР.

Испытания РЛК Cobra King начались в 2012 г. В натуральных условиях испытания были проведены в марте 2013 г. при запуске ракетносителей с мыса Канаверал. Располагаясь на дистанции 180 км от Флориды, РЛК сопровождал обе ступени ракеты Atlas V и записал все данные слежения. Испытания показали высокий потенциал двухчастотной системы с единым центром управления.

Активные фазированные антенные решетки на плавучей платформе

Active phased antenna arrays on floating platform

Совершенно особый случай корабля СКО представляет собой американская плавучая платформа CS-50 с РЛК морского базирования Sea-based X-band Radar SBX-1 (рис. 8, см. вклейку). «Морской радар» SBX-1 является одним из ключевых элементов системы противоракетной обороны США. Эта система должна сосредоточить внимание на среднем участке полета боеголовок. Именно на этом участке (вне атмосферы) ракеты-перехватчики и должны будут сбивать вражеские «снаряды» (рис. 9, см. вклейку). Основная задача РЛС SBX-1 – обнаружение запусков межконтинентальных МБР. Информация с нее будет поступать в командный центр в Колорадо-Спрингс (штат Колорадо), а оттуда – на армейскую базу Форт-Грили на Аляске и базу ВВС Ванденберг в Калифорнии, где установлены первые ракеты-перехватчики. Предполагалось, что патрулирование платформы CS-50 вблизи Алеутских островов позволит не создавать на островах дорогостоящий береговой радар системы раннего оповещения о пусках МБР.

Конструктивно SBX-1 – это мощная РЛС с АФАР, которая установлена вместе с обеспечивающим оборудованием на самоходную полупогружную нефтяную платформу CS-50, построенную в 2001 г. на российской Выборгской судовой верфи. Изначально она предназначалась для обеспечения нефтедобычи на шельфе Северного моря (и называлась Moss Sirius) [9]. Контракт стоимостью 45 млн долл. был выдан норвежской компанией

Moss Maritime (ныне входит в состав оффшорной компании Saipem). После передачи заказчику платформа была приобретена корпорацией Boeing для своего проекта SBX, реализуемого по линии Минобороны США.

Переоборудование платформы Moss Sirius прошло на судостроительной верфи компании AmFELS в городе Браунсвилл (Brownsville, США) на границе с Мексикой. Модуль с РЛС (рис. 10, см. вклейку) был собран и установлен на платформе специалистами судостроительной верфи компании Kiewit Offshore Services в Инглсайде, около Корпус-Кристи (штат Техас) на северном побережье одноименного залива.

Разработку и производство самой РЛС по контракту с корпорацией Boeing вело подразделение Integrated Defense Systems компании Raytheon. Поставкой оборудования системы спутникового наведения и интеграцией различных систем на платформе, также по контракту с корпорацией Boeing, занималась компания Harris Corporation. Она же поставляла оборудование спутниковой системы связи с наземными пунктами управления. Соответствующий контракт стоимостью 7,7 млн долл. был выдан 17 сентября 2003 г.

Технические характеристики полупогружной буровой платформы с двойным основанием CS-50 делают возможным ее использование в условиях сильного ветра и при больших волнах. Она имеет четыре электрических двигателя, которые позволяют ей перемещаться 70 дней на дистанцию до 11 000 миль [10] в любой район Тихого океана со скоростью 8 уз (рис. 8). Энергетическая установка платформы CS-50 состоит из шести двенадцатицилиндровых дизельных генераторов Caterpillar, каждый мощностью 3,6 МВт. Генераторы размещены в двух отдельных отсеках по левому и правому бортам. Рассматривается возможность увеличения общего числа генераторов до восьми, чтобы каждый из двух силовых отсеков мог обеспечить пиковую мощность порядка 12 МВт. Управление платформой осуществляется с ходового мостика (рис. 11). Длина платформы – 116 м, ширина – 70,4 м, высота – 85 м от киля до вершины купола радара, осадка – ок. 10 м в походном положении и 30 м в развернутом; устойчивость – вертикальное отклонение не более 10° (полностью пассивная стабилизация); стоимость – 900 млн долл.; команда – 75–85 человек, в основном гражданских специалистов; водоизмещение – 45 000 т. Внутри радиопрозрачного купола диаметром 31 м размещена АФАР (рис. 12) массой 1800 т. Купол весом более 7 т по-



Рис. 11. Ходовой мостик платформы CS-50 [13]
Fig. 11. Navigation bridge of CS-50 [13]

крыт очень прочным материалом, не уступающим кевлару; его форма поддерживается за счет повышенного давления внутри [11].

В АФАР использованы приемопередатчики (рис. 12) из семейства модулей наземных радаров GBR-P (такой был установлен на атолле Квадже-

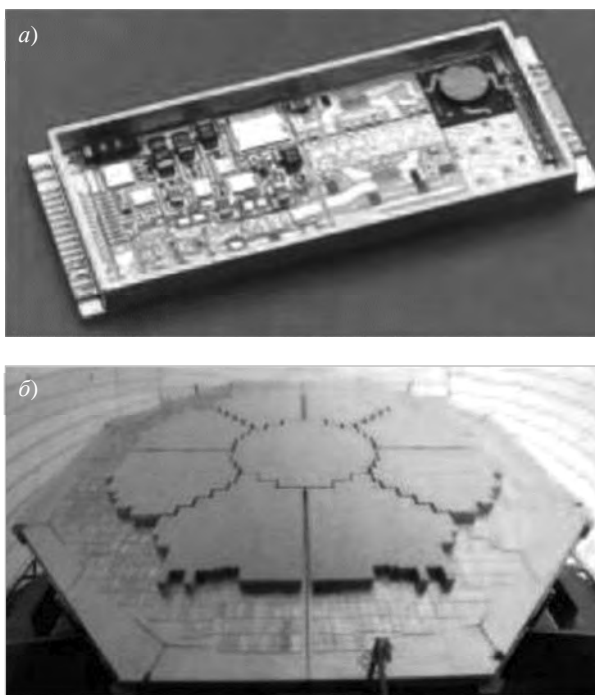


Рис. 12. Одиночный приемо-передающий модуль (а) и частично заполненная модулями фазированная антенная решетка радиолокационной станции SBX под обтекателем (б) [17]

Fig. 12. Single transmit /receive module (a) and dome-mounted SBX phased array with free room for additional modules (b) [17]

лейн). Они же применяются на меньшем радаре AN/TPY-2 того же диапазона 3 см. Каждый модуль имеет пиковую мощность 10 Вт и среднюю 2 Вт. Тогда вся РЛС SBX-1 излучает максимально 450 кВт, а в среднем – 90 кВт. Потребляемая мощность оценивается в 1 МВт. Официально заявленная дальность обнаружения целей составляет 4800 км [10–12]. Стандартное заявление – «обнаруживает бейсбольный мяч на дальности 4000 км»; металлическая сфера такого диаметра (7,4 см) имеет эффективную площадь рассеяния 0,005 м².

Приемопередатчики смонтированы на плоской восьмиугольной пластине с апертурой 249 м², способной вращаться на $\pm 178^\circ$ в обе стороны, а также менять угол наклона в диапазоне 0–85°. Максимальная скорость вращения АФАР в горизонтальной и вертикальной плоскостях составляет приблизительно 5–8° в секунду. Направление луча может корректироваться и электронными средствами без поворота антенного массива в пределах $\pm 12,5^\circ$.

Малый сектор электронного сканирования $\pm 12,5^\circ$ обусловлен использованием стандартных приемопередающих модулей от наземного радара GBR-P. Такая же картина наблюдалась и на атолле Кваджелейн, где расстояние между модулями в АФАР составляло 2,5 длины волны (7,5 см). В «морском радаре» SBX-1 расстояние между модулями равняется 2,35 длины волны. А чтобы сектор электронного сканирования стал $\pm 60^\circ$, как у хорошей АФАР, это расстояние должно быть не более 0,6 длины волны. Для получения такого расстояния в решетку радара с этой площадью надо «засунуть» не 45 056 элементов, а 864 000. Это очень дорого, и технологии создания таких маленьких модулей появятся примерно через десять лет.

Центральная частота локации – 9,5 ГГц (длина волны – 3,16 см). Полоса сигнала составляет 1 ГГц, и разрешение по дальности лучше 25 см. Диаметр АФАР равен приблизительно 17,8 м – отсюда ширина луча составляет около $0,1^\circ$ [12].

РЛС обеспечивает высокое разрешение по дальности для распознавания головок МБР и ложных целей на среднем участке полета (рис. 12), на что не способны РЛС длинноволновых диапазонов (S-band, в котором функционирует система Aegis, – частота 3 ГГц, длина волны 10 см). Информация с нее поступает непосредственно в командный центр для принятия решения о запуске ракет-перехватчиков. Затем SBX-1 выдает телеметрическую информацию о целях для наведения этих перехватчиков, а после поражения цели предоставляет информацию о траектории падения обломков цели.

В 2007 г. платформа с РЛС SBX-1 в течение 35 суток самостоятельно совершила переход морем из Перл-Харбора на Гавайях в район Алеутских островов. На маршруте система прошла ряд запланированных испытаний и приняла участие в нескольких учениях, проводившихся Пентагоном и Агентством по противоракетной обороне США. Кроме того, были продолжены работы по калибровке РЛС. С декабря 2007 г. по март 2008 г. платформа прошла (рис. 13, см. вклейку) более 4000 миль в Тихом океане [13].

До 2013 г. платформа CS-50 с РЛС SBX-1 базировалась вблизи острова Айдак возле Алеутской гряды – на опасном направлении со стороны Китая и Северной Кореи. Она выдавала целеуказание для управления ракетами-перехватчиками, запускаемыми с Аляски и из Калифорнии. В 2013 г. радар провел в море 110 дней, 49 из которых участвовал в несении боевого дежурства.

В любой момент платформа может перейти на опасное с точки зрения пролета МБР направление. Такое уже было во время пусков ракет в Северной Корее в 2009, 2012 и 2017 гг. Способность быстрого перемещения на линию пролета вражеских баллистических ракет является одним из ключевых свойств морского радара SBX-1. Платформа периодически отправлялась в сторону Гавайев, а иногда ее можно было увидеть в Сиэтле (2011 г.), куда она приходила на техническое обслуживание. Но в ноябре 2015 г. SBX-1 ушла на ремонт в Перл-Харбор и с тех пор базировалась на Гавайях.

Планировалось создание еще двух таких платформ. Они строились в Северодвинске в 2007 г., но были переориентированы на нефтедобычу. По заключению экспертов 2013 г., РЛК стоимостью в 2,2 млрд долл. не оправдал возлагавшихся надежд. Хотя он и способен идентифицировать объекты на больших дистанциях, зона его видения (электронного сканирования) очень узка. А использование механического поворота антенного поста требует дополнительного времени. В результате радар не может одновременно перекрыть весь опасный сектор «Китай – Чукотка». Такой вывод сделан на основе изучения тысяч страниц докладов специалистов, слушаний в Конгрессе США, документов различных министерств, а также интервью с десятками специалистов в области обороны и космических технологий [14].

В докладе Пентагона, составленном по результатам эксплуатационных испытаний, говорится, что во время учений в 2007 г. «SBX-1 продемонстрировал аномальное поведение», требовалось «настро-

ить программное обеспечение». В испытаниях 2010 г., целью которых было сбить ракету, стартовавшую с Маршалловых островов, SBX-1 также оказался единственным РЛК, который «продемонстрировал неадекватное поведение», в результате чего перехват оказался неудачным, сообщает отдел оценки Пентагона. Независимые эксперты, присутствовавшие на тех учениях, считают, что SBX-1 принял неизрасходованное ракетное топливо или какие-то другие фрагменты за ракету-мишень. В 2013 г. платформа простояла в Перл-Харборе 8 месяцев.

В испытаниях 2014 г. ракеты-перехватчики смогли уничтожить цель, но управляющей системой была не SBX-1. Чтобы залатать образовавшуюся дыру в обороне, США установили в Японии в 2014 г. два наземных комплекса ТНААД (с радаром AN/TPY-2 также диапазона 10 ГГц).

Следует отметить, что РЛК SBX-1 оказался очень дорогим в использовании, поэтому в 2013 финансовом году его оперативный статус был понижен. Несмотря на это, в 2016 г. Министерство обороны США попросило на поддержание деятельности SBX-1 ежегодно 73 млн долл. вплоть до 2020 г.

Однако в 2017 г., в связи с испытаниями Северной Кореей новых МБР, SBX-1, похоже, обрел второе дыхание [15]. 30 мая 2017 г. США провели учебный пуск баллистической мишени с атолла Кваджелейн (Маршалловы острова) в западной части Тихого океана (рис. 14, см. вклейку). Цель была уничтожена в космосе противоракетой, запущенной с базы ВВС Вандерберг в округе Санта-Барбара. На начальной траектории мишень сопровождалась комплексом ТНААД, размещенном на острове Уэйк (Wake Island) севернее Кваджелейна. А вот далее ее сопровождал SBX-1, совершивший переход с Гавайских островов в точку, расположенную в 1500 милях к северо-востоку от острова Уэйк. По заключению экспертов, РЛК SBX-1 сыграл в этих успешных испытаниях важнейшую роль, и поэтому в дальнейшем желательно его пребывание не на Гавайях, а ближе к Северной Корее – на ранее созданной базе Айдак на Алеутских островах.

Заключение

Conclusion

Анализ зарубежных кораблей СКО (класса АГМН) позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Дальность действия современных РЛС для обнаружения головных частей МБР составляет порядка 4–4,5 тыс. км. Это справедливо как для

АФАР (Cobra King, SBX-1), так и для «традиционных» параболических антенн (Argmor и Normandie, Франция; Type 180, Китай). При этом пиковая мощность излучения должна быть не менее 500 кВт (средняя мощность – порядка 100 кВт).

2. Перспективными представляются РЛС с АФАР. Они позволяют использовать электронное («мгновенное») сканирование лучом в секторе 20–60°. Но их применение влечет технологические трудности, которые смогли преодолеть только США (да и то с недостатками, как на SBX-1). Кроме использования новейших полупроводниковых технологий (вроде нитрида галлия в диапазоне 10 ГГц) требуется добиться «плотной» компоновки модулей в решетке – в противном случае сужается сектор электронного сканирования.
3. Для улучшения разрешения по дальности и по углу, что позволяет отличить головку МБР от ложной цели, желательно использовать X-диапазон (10 ГГц). Но именно в нем требуются новейшие технологии.
4. Район плавания всех рассмотренных зарубежных кораблей класса АГМН ограничен 60-й параллелью – запуск спутников выполняется преимущественно с космодромов вблизи экватора. Для обнаружения головок МБР за 60-й параллелью предназначены наземные радары (GBR) и платформа CS-50 с радиолокационным комплексом SBX-1 (последняя тоже не ходила за 60-ю параллель, поскольку остров Айдак Алеутской гряды расположен на 52-й параллели).

Библиографический список

References

1. BEM Monge: Caractéristiques principaux Jean-Michel Roche pour Netmarine. Sources: Le dispositif de mesures du Monge par l'ingénieur en chef de l'armement Chevallier. Cols Bleus n°2222 du 10 juillet 1993; Cols Bleus n°2513 du 15 janvier 2000; Optique hyperfréquence Thomas Merlet // Mer & Marine. Thales.
2. Harvey B. China in space: the great leap forward. New York: Springer Science + Business Media, 2013.
3. Wang Shiyong. China's Yuan-Wang Ocean-Going Instrumentation Ships // Aerospace China. December 1991. P. 39–42.
4. Масюк А.Г. Использование плавучих измерительных пунктов при испытаниях ракетно-космичес-

- кой техники за рубежом // Зарубежное военное обозрение. 2011. № 9. С. 20–23. [Masyuk A.G. Use of floating instrumentation units in missile/spacecraft technology tests abroad // Foreign military review. 2011. No 9. P. 20–23. (in Russian)].
5. *Gaudreau M.* et al. Solid-State Upgrade for the COBRA JUDY S-Band Phased Array Radar // 2006 IEEE Conference on Radar. Verona, NY, USA. 24–27 April 2006. P. 1–5.
 6. *Кольцов Ю.В.* ФАР морских разведчиков // Антенны (Радиотехника). 2012. № 10. С. 3–10. [Koltsov Yu.V. Active phased array of marine scouts // Antennas (Radio engineering). 2012. No. 10. P. 3–10. (in Russian)].
 7. GlobalSecurity.org // URL: <http://www.globalsecurity.org/intell/systems/t-agm-r.htm> (access date: 20.06.2018).
 8. Raytheon // URL: <http://raytheon.mediaroom.com/index.php?s=43&item=2304> (access date: 20.06.2018).
 9. Vyborg shipyard // http://vyborgshipyard.ru/?p=catalog&group_id=4&item_id=18 (access date: 20.06.2018).
 10. *Dees B.* Sea-Based X-Band Radar (SBX) // URL: www.mda.mil/global/documents/pdf/osbp_15conf_SBX_Deess10.pdf (access date: 20.06.2018).
 11. Sea-based X-Band Radar (SBX) Sourcebook. Version of 2007-07-24.
 12. Oversight. The Disastrous US Approach to Strategic Missile Defense. Appendix 2: The Sea Based X-band Radar. July 2016. URL: <http://www.ucsusa.org/shield-from-oversight> (access date: 20.06.2018).
 13. An SBX Sourcebook, Volume II. Version of 2012-05-13.
 14. Дорогие оплошности Пентагона [Электрон. ресурс] / Сайт Interpolit. Военно-политический журнал. URL: interpolit.ru/blog/dorogie_oploshnosti_pentagona/2015-04-08-4832. [Costly mistakes of Pentagon // Interpolit. Military & political journal. URL: interpolit.ru/blog/dorogie_oploshnosti_pentagona/2015-04-08-4832 (in Russian)].
 15. *Willman D.* Was that shootdown of a mock enemy warhead in May “realistic”? Not exactly // Los Angeles Times. July 07, 2017.
 16. *Карцев Р.* Многофункциональная РЛС морского базирования // Зарубежное военное обозрение. 2010. № 2. С. 61–65. [Kartsev R. Multi-functional sea-based radar // Foreign Military Review. 2010. No. 2. P. 61–65.
 17. Sea Based X-Band Radar. Sourcebook. Version of 2007-07-24.

Сведения об авторе

Андреев Александр Юрьевич, начальник сектора ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Адрес: 196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44. Тел.: +7 (812) 415-47-41. E-mail: krylov@krylov.spb.ru.

About the author

Aleksandr Yu. Andreev, Head of Sector, Krylov State Research Centre. Address: Moskovskoe shosse 44, St. Petersburg, 196158, Russia. Tel.: +7 (812) 415-47-41. E-mail: krylov@krylov.spb.ru.

Поступила / Received: 02.04.18
 Принята в печать / Accepted: 08.08.18
 © Андреев А.Ю., 2018