



НАУКА @ ТЕХНИКА

12+

№ 2 (141)

ФЕВРАЛЬ, 2018

www.naukatehnika.com

– ЖУРНАЛ для ПЕРСПЕКТИВНОЙ МОЛОДЕЖИ –

ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

ФАУНА
«ЧЕРНЫХ
КУРИЛЬЩИКОВ»

КОРАБЕЛЬНЫЙ КАТАЛОГ

ЛЕБЕДИНАЯ ПЕСНЯ
БРОНЕНОСНОГО
ФЛОТА

КАТАСТРОФЫ И АВАРИИ

ИСТОРИЯ
«ЧЕЛЮСКИНА»

АВИАЦИОННЫЙ КАТАЛОГ

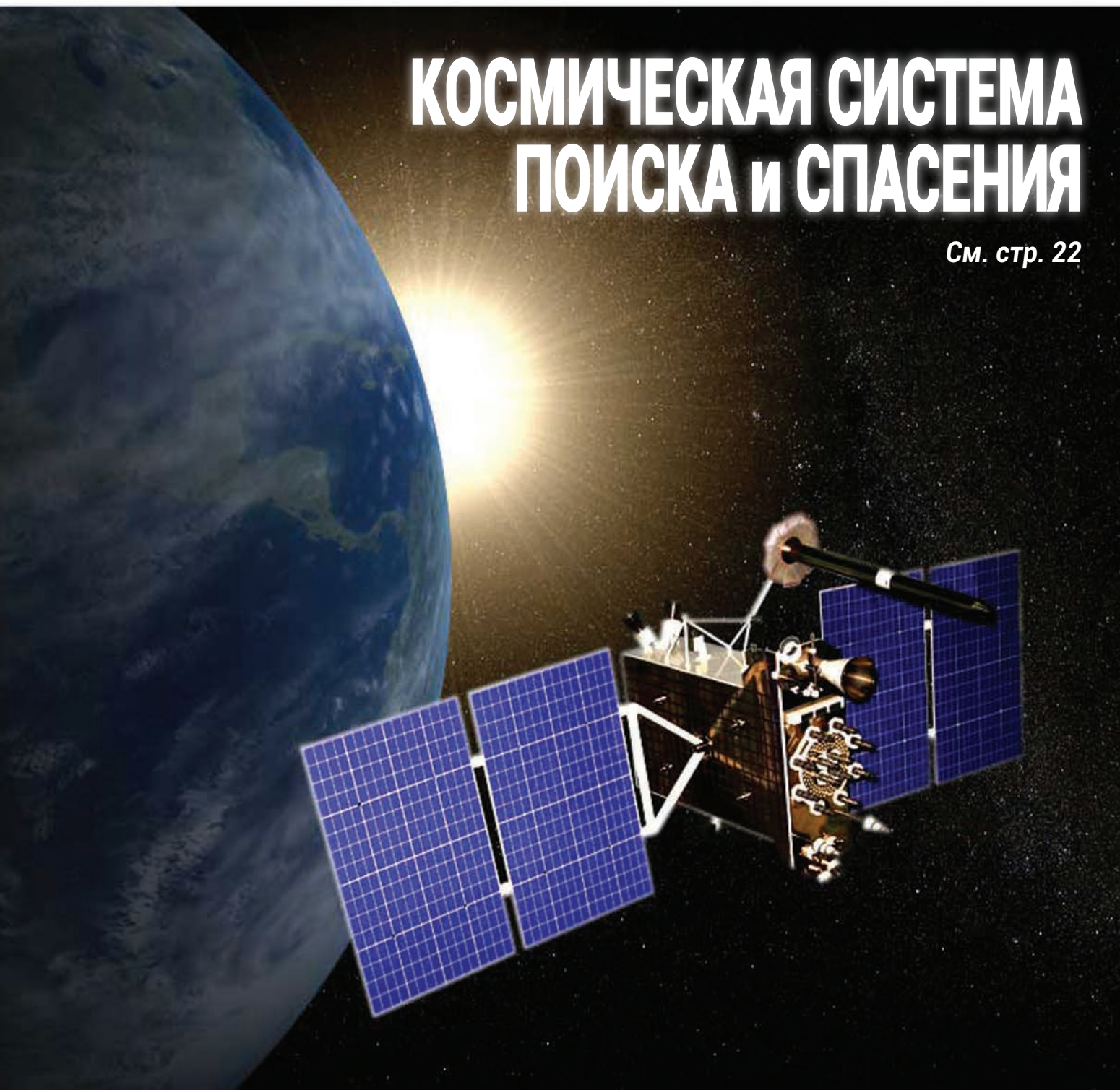
НЕМЕЦКИЕ
БИПЛАНЫ-
ИСТРЕБИТЕЛИ

ИСТОРИЯ И АРХЕОЛОГИЯ

АХАЛ-ТЕКИНСКАЯ
ЭКСПЕДИЦИЯ

КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОИСКА И СПАСЕНИЯ

См. стр. 22



В. В. Студенов,
канд. техн. наук, сотрудник Секретариата международной
организации КОСПАС-САРСАТ с мая 1989 г. по май 2017 г.



КАК ПОЖИВАЕШЬ, КОСПАС-САРСАТ?

Часть 1

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Странное это какое-то название — КОСПАС-САРСАТ (COSPAS-SARSAT), не правда ли? Уж точно не на слуху. Но посмотрите на его логотип:



Догадались? Слово SOS, без всякого сомнения, наводит на определенную мысль. Именно сигнал SOS объединил две системы в одну международную: нашу российскую систему **КОСПАС** (космическая система поиска аварийных судов — это первоначально, а затем уже к судам добавились авиация и персональные пользователи) и аналогичную систему **САРСАТ** (спутниковая система поиска и спасания) стран Запада. Когда речь заходит сегодня о спасании с использованием спутников терпящих бедствие людей, то именно название этой уникальной международной системы и имеется в виду. Для оказания помощи попавшим в беду и было начато сотрудничество между Востоком и Западом. Вот так исторически и произошло, что SOS почти символически объединил две системы, нашу и западную. Это выдающееся достижение получило большое признание среди мирового сообщества пользователей авиационного и морского транспорта, а также индивидуальных пользователей на суше.

КАК ВСЕ НАЧИНАЛОСЬ

14 декабря 1986 г. при крушении вертолета в заснеженной и холодной полярной тундре в районе Тюмени благодаря пришедшим через космос сигналам бедствия от аварийного радиобуя были спасены первые восемь наших соотечественников. Это сработала система КОСПАС-САРСАТ. С тех пор более 1 700 наших граждан (сначала СССР, а потом России) были спасены при использовании данных глобальной системы поиска и спасания. А всего в мире к настоящему моменту данная система предоставила аварийную информацию и местоположение бедствия для спасения более 44 тыс. человек при проведении более 13 тыс. поисково-спасательных операций. «44 тысячи спасенных — не так уж и много», — скажете вы! Но если, допустим, средняя семья состоит из четырех человек, то умножьте это на 4, и вы получите:

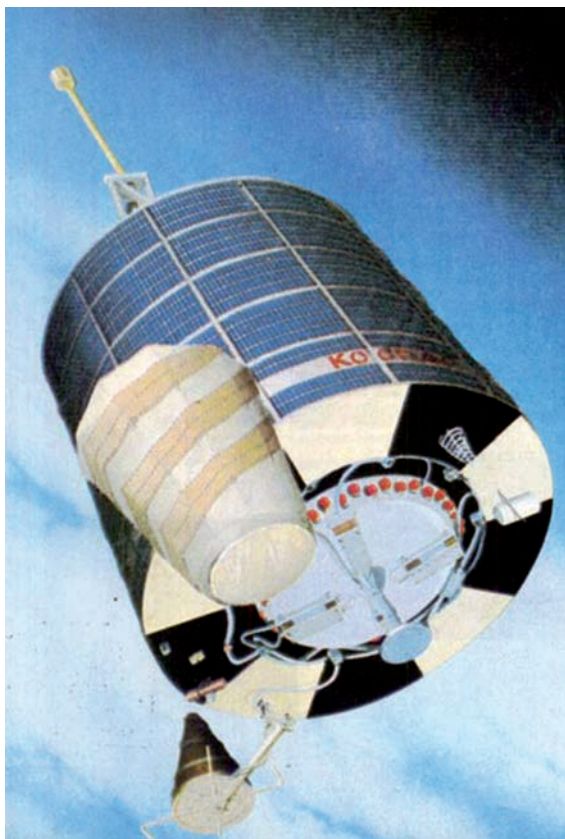
$$44\ 000 \times 4 = 186\ 000 \text{ человек.}$$

Вот вам и небольшой город без вдов и сирот. Идем дальше. По оценкам западных экспертов, для полной замены одного работника на его рабочем месте государству требуется затратить не менее 4 млн долларов США (рождение, воспитание, получение профессии и т. д.). Так что это

$$44\ 000 \times 4\ 000\ 000 = 186 \text{ млрд долларов США.}$$

Впечатляет?!

Проект спутниковой системы поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ был начат в 1979 г. четырьмя странами: СССР, Канадой, Францией и США. 30 июня 1982 г. состоялся запуск первого спутника этого проекта «КОСПАС-1» («Космос-1383»). Он стартовал с космодрома Плесецкий и вышел на орбиту 1,041 x 1,004 км с наклоном 83°. И уже 10 сентября того же года был спасен три канадца с разбившегося легкого самолета «Цесна-172» (Cessna-172) в горах Британской Колумбии, Канада. Все трое с разбившегося самолета очень



«Космос-1383»

серьезно пострадали. Зная, что у них есть спасительное средство — аварийный радиобуй, они разыскали его среди обломков и, находясь у подножия 600-метрового холма, попытались установить его на вершине. Антенна радиобуя была сломана, ее закрепили, как смогли, и стали ждать. Надежда была непрочная, ведь сами потерпевшие были участниками спасательной партии, которая разыскивала самолет, пропавший в июле. Канадские спасатели затратили около 2 млн долларов безрезультатно. Теперь поиск вело не государство, а отец пропавшего ранее летчика. И вот новая катастрофа. Наступила ночь, пошел снег, стало холодно...



«Цесна-172» в горах Британской Колумбии, Канада, 10 сентября 1982 г.

Поисковики спустились на парашютах, и потерпевшие, онемев от радости, чуть не расцеловали этих ребят, когда увидели их.

Используя данные советского спутника «КОСПАС-1» системы поиска и спасания, через несколько дней после активации установленного на спутнике ретранслятора и ввода его в рабочий режим экспериментальной наземной станцией в Оттаве (Канада) был детектирован сигнал 121,5 МГц, что привело к первой успешной спасательной операции по реализации совместного проекта СССР, Канады, Франции и США в мировом масштабе поиска и спасания при использовании электронной аппаратуры спутника и радиобуев, применяемых в случае катастрофы и активируемых или вручную, или во время удара при крушении.

МИССИЯ КОСПАС-САРСАТ

Программа КОСПАС-САРСАТ оказывает содействие службам поиска и спасания во всем мире путем своевременного предоставления мировому сообществу на недискриминационной основе точных и надежных данных о бедствии и его местоположении.

Цель системы КОСПАС-САРСАТ состоит в снижении, насколько это возможно, задержки в предоставлении аварийных сообщений службам поиска и спасания и времени на местоопределение бедствия и оказание помощи, что напрямую влияет на вероятность выживания человека на море и на суше.

Для достижения этой цели участники КОСПАС-САРСАТ вводят в эксплуатацию, поддерживают, координируют и эксплуатируют спутниковую систему, которая способна обнаруживать аварийные сигналы от радиобуев, соответствующих спецификациям и стандартам, а также определять их местоположение в любой точке земного шара. Данные о бедствии и его местоположении передаются участниками КОСПАС-САРСАТ в соответствующие службы поиска и спасания.

КОСПАС-САРСАТ сотрудничает с Международной организацией гражданской авиации (ИКАО), Международной морской организацией (ИМО), Международным союзом электросвязи (МСЭ) и другими международными организациями с целью обеспечения соответствия услуг КОСПАС-САРСАТ по предоставлению данных о бедствии с потребностями, стандартами и соответствующими рекомендациями мирового сообщества.

СПАСЕННЫЕ ЖИЗНИ

В среднем ежедневно в службы поиска и спасания поступают данные КОСПАС-САРСАТ для двух аварийных ситуаций, и система помогает спасти шесть человеческих жизней каждый день. В половине таких случаев данные системы о терпящих бедствие оказываются первыми, и для четверти этих инцидентов КОСПАС-САРСАТ является единственным источником информации о беде.

Самое поразительное для многих — это то, что данная система предоставляет аварийную информацию и указывает местоположение бедствия для конечного пользователя, находящегося в любой точке земного шара, в любом государстве мира на недискриминационной основе и бесплатно, без всякого исключения.

Одно лишь условие — в наличии должен быть аварийный радиобуй (морской, или авиационный, или персональный) для подачи сигнала бедствия. Радиобуй нужно регистрировать, чтобы знать владельца и его точки контакта в случае активации радиобуя. Всего же в мире уже более 2 млн радиобуев КОСПАС-САРСАТ,



Спасение одного из потерпевших

работающих на частоте 406 МГц. Масса и стоимость радиобуя небольшая. К примеру, персональный радиобуй имеет вес около 180 граммов, и стоит он порядка 250 долларов США. Этот гуманитарный по своей сути и, в то же самое время, высокотехнологичный проект был реализован, выстоял (при том, что очень многие международные проекты не выдержали испытания временем) и успешно развивается по сей день благодаря общим усилиям всего международного сообщества.

Расходы на систему относительно невысокие. Так, к примеру, поисково-спасательные нагрузки КОСПАС-САРСАТ (бортовые радиокомплексы) не требуют специализированных носителей и устанавливаются в качестве вторичных на уже существующие типы навигационных и метеорологических космических аппаратов. Система самоопределяет координаты радиобуя с точностью, достаточной для успешной работы служб поиска и спасания.

ПРЕДЫСТОРИЯ ПРОЕКТА

В 1971 г. Федеральная авиационная служба США одобрила новые положения об оснащении воздушных судов авиации общего назначения радиобуями АРМ (аварийный передатчик-указатель положения), работающими на частоте 121,5 МГц. Случилось это после драмы в штате Калифорния, США, в 1967 г., когда оставшаяся в живых после авиакатастрофы 16-летняя Карла Корбус (Carla Corbus) из-за отсутствия помощи умерла от голода спустя несколько дней. В другом случае разбились три самолета, которые вели длительный и безуспешный поиск жертв еще одной катастрофы. АРМ были только началом решения проблемы.

16 октября 1972 г. пропал самолет «Цесна-310», летевший из города Анкоредж (Anchorage) в город Джуни (Juneau), штат Аляска, США, с пассажирами г-ом Хейл Боггс (Hale Boggs), лидером большинства в Палате представителей Конгресса США, и г-ом Ником Берिश (Nick Berish), представителем в Конгрессе США от штата Аляска. В течение 39 дней самолеты Береговой охраны США, ВМФ и ВВС безуспешно вели поиск пропавших.

В результате глубокого анализа проблем были выпущены новые стандарты, в частности по автоматическому механизму срабатывания (G-переключатель, или гравитационный переключатель; при силе удара, превышающей силу гравитации примерно в 4 раза, АРМ активируется) и установке АРМ на само-

летах. Но все же отсутствовала система глобального мониторинга, и система КОСПАС-САРСАТ как раз и была разработана, для того чтобы решить эту проблему.

РАДИОБУИ

В середине семидесятых годов прошлого столетия более 250 тыс. аварийных АРМ 121,5 МГц было установлено на воздушных судах коммерческой и общей авиации. Аналогично шло оснащение радиобуями 121,5 МГц и небольших судов.

Канада и США начали исследовать вопрос использования низкоорбитальных спутников для детектирования сигналов 121,5 МГц и локализации их источников, используя доплеровский принцип местоопределения. Данные методы были уже известны и применялись в спутниковой навигационной системе США Transit. В 1971 г. указанная технология была также использована и во французской спутниковой системе EOLE, отслеживавшей движение в атмосфере метеозарядов, а в последующем — и в совместной француско-американской программе «Аргос» (Argos) с использованием частоты 401 МГц. Считалось, что данная технология сможет улучшить работу при использовании новых аварийных радиобуев на частоте 406 МГц.

АРБ 121,5 МГц не были сконструированы для доплеровской обработки, и их частота не имела желаемой стабильности. Частотный спектр не всегда был чистым, с хорошей стабильной несущей и часто имел асимметричные боковые полосы, которые значительно осложняли обработку требуемого сигнала на земле. Исследовательский центр связи (CRC) Департамента связи (ДС) Канады стал пионером по технологии доплеровской обработки для радиобуев 121,5 МГц и начал реализовывать совместно с НАСА (Национальная администрация по аэронавтике и космосу, США) и НОАА (Национальная администрация по атмосфере и океанам, США) первую стадию проекта САРСАТ — создание ретранслятора для поиска и спасания (ПС) на частотах 121,5/243 МГц. В это же время французский Национальный центр по исследованию космоса (КНЕС) начал сотрудничество с НОАА и НАСА по развертыванию системы «Аргос». Эта система, преемница EOLE, была предназначена для сбора данных по окружающей среде, используя спутники НОАА с полярной орбитой. Система «Аргос», до сих пор находящаяся в эксплуатации, способна определять местоположение движущихся объектов, от больших



Радиобуи 406 МГц

судов до животных, в любой точке земного шара, используя маломощные передатчики, работающие на частоте 401 МГц.

Также при обработке «старых» аналоговых сигналов 121,5 МГц была доказана необходимость перехода к разработке «новых» цифровых радиобуев 406 МГц в рамках этой же экспериментальной программы. Успешная демонстрация технологии 406 МГц для поиска и спасания могла бы помочь убедить политиков и администраторов.

Первое же реальное спасение с использованием радиобуя 406 МГц состоялось лишь в декабре 1984 г., когда сильно пострадал водитель автомобиля, участвовавший в авторалли в Сомали. Четвертый реальный случай, и впервые — на море, с участием радиобуя АРБ 406 МГц произошел в марте 1987 г. Однако потребовалось еще 22 года для полного перехода от технологии радиобуев 121,5 МГц к технологии радиобуев 406 МГц.

Переход к системе аварийного оповещения на частоте 406 МГц был логичным шагом, который предложил в долгосрочной перспективе лучшие характеристики, чем это ожидалось от системы 121,5 МГц. В частности, бортовая обработка сигналов 406 МГц могла обеспечить глобальное покрытие, которое, естественно, не могло быть получено от ретранслятора на низкоорбитальных полярных спутниках. Процессор обработки сигналов поиска и спасания 406 МГц с бортовой памятью явился вторым шагом эксперимента спутниковой системы поиска и спасания САРСАТ, связанной с НАСА, ДС и КНЕС. Во времена холодной войны после окончания гонки за Луну (1969–1972 гг.) Советский Союз имел аналогичные планы по поиску терпящих бедствие судов, и кооперация Востока и Запада в области космоса имела много сторонников в середине семидесятых годов вслед за реализацией программы «Союз — Аполлон» в 1975 г.



Российский ПРБ в Арктике

Международное сотрудничество и мирное использование космоса стали привлекательными для политиков, чтобы показать рядовым гражданам преимущества использования космического пространства.

Каждый из радиобуев разрабатывается для той окружающей среды, в которой он должен работать. Поэтому АРБ (аварийный радиобуй-указатель местоположения) предназначен для использования на море; АРМ (аварийный передатчик-указатель положения) — для использования в авиации, а ПРБ (персональный радиобуй) — для личного использования людьми в различных средах. Регистрация радиобуя имеет большое значение для быстрого установления того, бедствие ли это на самом деле. Регистрация радиобуя — это ключевой момент для служб поиска и спасания, чтобы быстро добраться до пострадавшего с нужными средствами помощи.

ПЕРВОПРОХОДЦЫ

КОСПАС. Юрий Федорович Макаров, технический руководитель проекта КОСПАС в Советском Союзе. Закончил радиотехнический факультет Московского энергетического института. Имел 20-летний опыт разработки радиокомплексов для первых советских спутников и космических аппаратов по исследованию дальнего космоса для полетов на Луну, Венеру и Марс.

САРСАТ. Г-н Бернард Трудел (Bernard Trudel) — технический руководитель проекта САРСАТ в США (начальник отдела поиска и спасания в Goddard Space Flight Center (НАСА)). Он был ровесником Юрия Федоровича Макарова. Закончил электро-инженерный факультет университета в штате Вермонт и имел к июню 1978 г. 18-летний опыт работы в области космической радиосвязи.



Юрий Федорович Макаров

Руководителем проекта САРСАТ со стороны КНЕС (CNES), Франция, был г-н **Даниэль Людвиг (Daniel Ludwig)** из Франции.

Техническим руководителем проекта САРСАТ со стороны Communications Research Centre (CRC), Канада, был г-н **Харви Верстюк (Harvey Werstiuk)**.

Основная научно-техническая задача проекта КОСПАС-САРСАТ заключалась в обеспечении совместимости: космических сегментов двух систем, а также сигналов и сообщений в космических и наземных радиоперелиниях системы КОСПАС-САРСАТ.



Г-н Бернард Трудел (Bernard Trudel)

Глобальная система работает со всеми закодированными радиобуями независимо от страны принадлежности, в любой точке земного шара обнаруживая аварийный радиобуй. Скажем, если кто-то из Российской Федерации путешествует во французских Альпах и включает радиобуй, то поисково-спасательные службы Франции осуществят спасание этого человека. Но (дополнительно для информации), естественно, поскольку это радиобуй Российской Федерации, Франция сообщит об этом в Российскую Федерацию, и наоборот.

ЭТАПЫ БОЛЬШОГО ПУТИ

1975–1979 гг. — первые годы становления

Совместный эксперимент Востока и Запада по поиску и спасанию из гуманитарных соображений, без обмена фондами и передачи технологий был идеальным случаем для кооперации. Министерство морского флота СССР (Морфлот) и его агентство по обеспечению морской подвижной спутниковой связи «Морсвязьспутник» были привлечены к разработке спутниковой концепции с использованием частоты 406 МГц, которая была выделена Международным союзом электросвязи (МСЭ) для маломощных аварийных радиобуев-указателей местоположения (АРБ). Проект КОСПАС, координируемый Институтом космических исследований Академии наук СССР, имел целью детектировать и определять местоположение аварийных судов во всем мире.

Соединение указанных выше проектов было отмечено подписанием 23 ноября 1979 г. в Ленинграде, СССР, первого Меморандума о взаимопонимании (MOU) со стороны КНЕС (Франция), ДС (Канада), Морфлота (СССР) и НАСА (США). Проект

КОСПАС-САРСАТ официально начал действовать со следующего, 1980 г. после официальной ратификации MOU четырьмя сторонами, несмотря на международную напряженность, вызванную введением советских войск в Афганистан.

Цель этого проекта состояла в гарантии того, что обе системы будут полностью взаимодействовать между собой. Все сигналы радиобуев, то ли это 121,5 МГц, то ли 406 МГц, должны были быть ретранслированы все-



Подписание первого Меморандума о взаимопонимании КОСПАС-САРСАТ, г. Ленинград, СССР, ноябрь 1979 г. Слева направо: Юрий Георгиевич Зурабов — глава советской делегации, J. L. Moalic — глава французской делегации, Bert Blevis — глава канадской делегации, д-р J. McElroy — глава американской делегации



Делегация КОСПАС (СССР), г. Ленинград, ноябрь 1979 г



Делегация САРСАТ (Канада, США и Франция), г. Ленинград, СССР, ноябрь 1979 г.

ми имеющимися спутниками, и сигналы от них должны были быть получены наземными приемными станциями в любой точке планеты. Эта цель была достигнута благодаря творческому труду разработчиков системы КОСПАС-САРСАТ, в том числе и советского НИИ КП (НИИ космического приборостроения), преемником которого стало АО «Российские космические системы», создавшее систему КОСПАС, поддерживающее ее в эксплуатационном состоянии и совершенствующее ее в течение последних уже более 35 лет.

1980 г. — План реализации системы КОСПАС-САРСАТ (CSIP)

В результате напряженной работы этих и многих других специалистов 22 мая 1980 г. Морфлот (СССР), SRC (Канада), НАСА (США) и КНЕС (Франция) одобрили и подписали План реализации системы КОСПАС-САРСАТ (CSIP). В документе CSIP были детально описаны характеристики сигналов и сообщений во всех стыковочных сечениях двух составных частей системы КОСПАС-САРСАТ и план работ по созданию системы.

1982–1984 гг. — запуск первого спутника и первые спасенные

Как было сказано выше, первый спутник «КОСПАС-1» был запущен 30 июня 1982 г., а уже 10 сентября был обнаружен сигнал 121,5 МГц, что привело к первому успешному спасению. Такого быстрого успеха и последовавшей реакции средств массовой информации было вполне достаточно, чтобы убедить сомневающихся, что спутниковое обнаружение и определение местоположения было бесценно в чрезвычайных ситуациях.

После успешного завершения фазы демонстрации и оценки 5 октября 1984 г. был подписан второй Меморандум о взаимопонимании (MOU) со стороны КНЕС (Франция), Департамента национальной обороны (ДНО) Канады, Морфлота бывшего СССР и Национального управления по океанам и атмосфере США (НОАА).

1985 г. — объявление системы в рабочем состоянии

В демонстрации и оценке системы с 1982 по 1984 г. дополнительно участвовали еще четыре страны: Болгария, Венесуэла, Великобритания и Норвегия. Ряд дру-

гих стран, включая Австралию, Бразилию, Данию, Индию, Испанию, Италию, Нидерланды, Чили, Швейцарию, Швецию и Японию, также были готовы присоединиться к проекту с целью использования КОСПАС-САРСАТ, либо установки наземных приемных станций. Требуемая координация была расширена от технической части до разработки положений, а также от развития до эксплуатации и глобальной маршрутизации аварийных данных. Более того, данная эволюция потребовала координации с новыми членами, службами поиска и спасения (ПС), которые были реальными «пользователями» аварийных данных КОСПАС-САРСАТ.

В 1985 г. система КОСПАС-САРСАТ была объявлена системой в рабочем состоянии.

1987 г. — Секретариат КОСПАС-САРСАТ

В 1987 г. в Лондоне, Великобритания, был учрежден Секретариат КОСПАС-САРСАТ в соответствии со специальным соглашением между сторонами КОСПАС-САРСАТ (СССР, Канада, Франция и США) и международной организацией «Инмарсат».

1988 г. — подписание Соглашения о Международной Программе КОСПАС-САРСАТ

1 июля 1988 г. четыре государства, обеспечивающих космический сегмент (СССР, Канада, США и Франция), подписали Соглашение о Международной Программе КОСПАС-САРСАТ, которое определило долгосрочную эксплуатацию системы на недискриминационной основе.

Потребность в постоянном административном органе разделялась всеми партнерами, однако желаемый международный секретариат нельзя было создать без определения принципов долгосрочного соглашения, гарантирующего фонды и непрерывность системы. Более того, ИМО не могла официально принять систему 406 МГц как часть Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ) без формального соглашения основателей для гарантии бесплатного использования и долгосрочной эксплуатации спутниковой системы. Требовался официальный международный инструмент для определения структуры управления системой, а также роли и ответственности, операторов и пользователей.

Были рассмотрены четыре возможных варианта для специфической организации КОСПАС-САРСАТ и соответствующих международных ограничений. Потребовалось три года интенсивных переговоров для разработки, согласования и подписания 1 июля 1988 г. Соглашения о Международной программе КОСПАС-САРСАТ (ICSPA) правительствами СССР, Канады, США и Франции.

Для первоначальных партнеров Соглашения главное его достоинство состояло в снижении политического давления, которое периодически возникало при одобрении бюджета на новые спутниковые нагрузки или при выделении средств на оборудование наземного сегмента и эксплуатацию. Для пользователей обязательство по долгосрочности системы и недискриминационной основе было фундаментальным для выработки положений по обязательной установке АРМ на самолетах, а АРБ — на торговых и рыболовецких судах. Для тех стран, которые хотели участвовать в управлении Программой, установить и эксплуатировать наземные приемные станции, Соглашение являлось основой для присоединения.



Подписание второго Меморандума о взаимопонимании КОСПАС-САРСАТ, г. Ленинград, СССР, 1984 г. Стоят: D. Levesque, T. McCunigal, Ю. Г. Зурабов, B. Dagenais. Сидят: D. Ludwig, F. Flatow, A. С. Селиванов, J. Robinson



Подписание Соглашения о Международной Программе КОСПАС-САРСАТ, г. Париж, Франция, 1 июля 1988 г.

1993 г. — обязательная установка АРБ на судах, подпадающих под Конвенцию СОЛАС

Вступление в силу Соглашения ICSPA в 1988 г. открыло дверь для полного международного признания КОСПАС-САРСАТ. ИМО вскоре решило признать АРБ 406 МГц параллельно с другим конкурирующим АРБ, работающим в частотном L-диапазоне через геостационарные спутники «Инмарсат». 1 августа 1993 г. спутниковые АРБ стали обязательными для установки на всех судах, подпадающих под Конвенцию СОЛАС. Эта установка должна была быть завершена до 1999 г. — года ввода в эксплуатацию системы ГМССБ. Многие страны уже ввели положения об обязательной установке свободно всплывающих АРБ на больших рыболовецких судах. Начался бум продаж АРБ 406 МГц, и к середине 1993 г., когда уже было спасено более 2 тыс. человек в более чем 560 инцидентах на море, данное устройство стало очень популярным у моряков, преодолевших прежний скептицизм.

1996–1998 гг. — ввод системы ГССПС в эксплуатацию

Спутниковые АРБ стали обязательным оборудованием для всех судов, эксплуатируемых согласно Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС) ИМО. В 1996–1997 гг. была проведена демонстрация и оценка системы ГССПС (Геостационарная спутниковая система поиска и спасения), в которой участвовали Канада, Чили, Франция, Индия, Испания, Великобритания и США и которая ясно продемонстрировала преимущество ГССПС по времени при отработывании поисково-спасательных ситуаций, даже когда данные местоположения не были закодированы в аварийное сообщение, принятое от радиобуя. Более того, дальнейшие разработки показали, что данные о частоте послышки, полученные через ГССПС, могут при их совместной обработке с посылками от НССПС (Низкоорбитальная спутниковая система поиска и спасения) улучшить показатели доплеровского местоопределения в системе



НССПС. Отчет о проведении демонстрации и оценки системы ГССПС был одобрен Советом КОСПАС-САРСАТ в октябре 1998 г. В итоге, спустя 14 лет после начала первых экспериментов, система ГССПС была формально включена в систему КОСПАС-САРСАТ.

2004 г. — конкуренты уходят

В 2004 г., ввиду успешного завершения разработки АРБ 406 МГц со встроенным GPS-приемником для КОСПАС-САРСАТ, «Инмарсат», осознавая ограниченный спрос на АРБ L-диапазона для ее конкурирующей поисковой системы «Инмарсат-Е» и из-за бума на АРБ 406 МГц, принял решение о прекращении предоставления услуг «Инмарсат-Е» к декабрю 2006 г. и предложил заменить около 1 300 радиобуев L-диапазона на эквивалентные АРБ 406 МГц.

2005 г. — судовая система охранного оповещения (ССОО)

Откликнувшись на веление времени, система КОСПАС-САРСАТ дополнительно реализовала и функцию по борьбе с терроризмом на морских судах.

5 мая 2005 г. КОСПАС-САРСАТ реализовал новую систему, которая способствует усилиям Международной морской организации (ИМО) по укреплению безопасности на море и пресечению актов терроризма против судоходства.

Были внесены изменения в систему КОСПАС-САРСАТ для обеспечения дискретных предупреждений о безопасности, и Судовая система охранного оповещения КОСПАС-САРСАТ 406 МГц (ССОО) теперь соответствует требованиям ИМО. КОСПАС-САРСАТ, как межправительственная организация, предоставляет эту услугу на долгосрочной основе бесплатно для конечного пользователя.

Страны, подписавшие Конвенцию СОЛАС, назначают единый национальный контактный пункт по вопросам безопасности на море (www.imo.org).

2005 г. — КОСПАС-САРСАТ становится независимой организацией

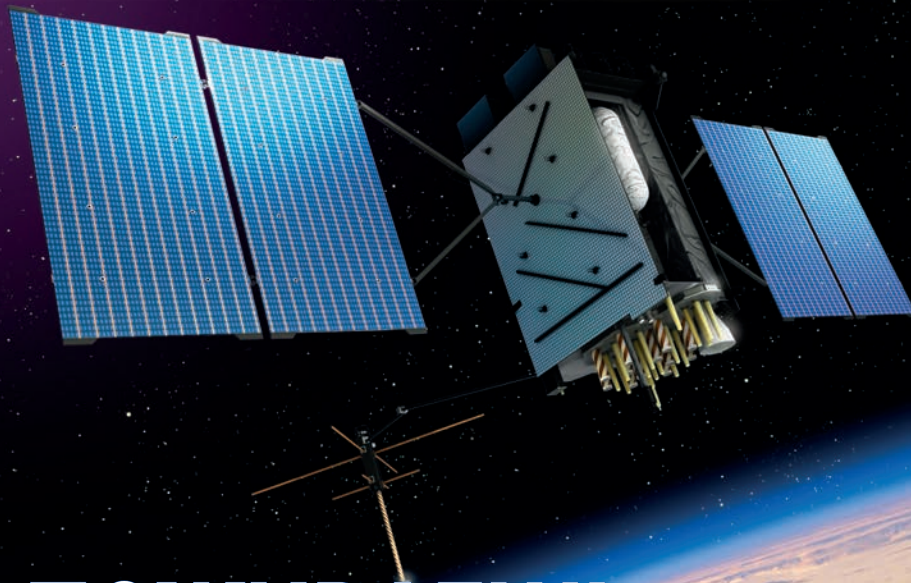
В апреле 2005 г. было подписано новое международное соглашение, дополняющее Соглашение 1988 г. КОСПАС-САРСАТ сохранял отличные взаимоотношения с ИМСО ИМСО (Международная организация подвижной спутниковой связи — преемница «Инмарсат») во все времена, приватизация «Инмарсат» в 1999 г. проявила серьезные ограничения установленной в 1988 г. структуры. Секретариат Программы не имел независимого юридического статуса в принимающей стране — Великобритании.

Было принято приглашение Канады об учреждении Программы и ее Секретариата в г. Монреале с официальным статусом международной организации и соответствующими привилегиями.

2009 г. — прекращение спутниковой обработки сигналов от радиобуев 121,5/243 МГц

Решение октябрьского 2000 г. Совета КОСПАС-САРСАТ о прекращении спутниковой обработки аварийных сигналов 121,5/243 МГц с 1 февраля 2009 г. получило широкую огласку и было скрупулезно скоординировано с ИМО и ИКАО.

В. В. Студенов,
канд. техн. наук, сотрудник Секретариата международной
организации КОСПАС-САРСАТ с мая 1989 г. по май 2017 г.



КАК ПОЖИВАЕШЬ, КОСПАС-САРСАТ?

Часть 2

УЧАСТНИКИ ПРОГРАММЫ КОСПАС-САРСАТ

На сегодня Программа КОСПАС-САРСАТ объединяет в своих рядах 44 Участников. Совсем недавно — 12 ноября 2017 г. государство Катар стало ее новым членом.

В январе 1992 г. Россия официально взяла на себя ответственность и обязательства бывшего Советского Союза по Соглашению о Международной Программе КОСПАС-САРСАТ. Как один из лидеров Системы КОСПАС-САРСАТ и одна из сторон Соглашения о Международной Программе КОСПАС-САРСАТ Российская Федерация приняла на себя ответственность и обязательства бывшего СССР за участие в Программе, включая обязательства по запуску и эксплуатации спутников, установке станций приема и обработки информации, а также созданию и эксплуатации центра Системы КОСПАС, обеспечивающего обработку и маршрутизацию аварийных данных.

СЕКРЕТАРИАТ КОСПАС-САРСАТ

Секретариат КОСПАС-САРСАТ — это административный орган Международной Программы КОСПАС-САРСАТ, миссия которого состоит в оказании помощи Совету в реализации всех его функций по управлению Программой, включая проведение заседаний, административную поддержку, ведение документации Системы и осуществление международных связей.

Сотрудники Секретариата обеспечивают техническую и эксплуатационную поддержку и экспертизу для стран-участниц/организаций, а также пользователей по таким вопросам, как статус Системы, спецификации и рабочие характеристики Системы, одобрение типа аварийных радиобуев, регистрация радиобуев, работа космического и наземного сегментов и маршрутизация аварийных данных.

Эксплуатация и развитие Системы осуществляются под руководством Секретариата, базирующегося в

(Окончание. Начало см. в № 2 2018 г. «Науки и Техники»)

г. Монреаль, Канада. Среди 44 Участников Программы КОСПАС-САРСАТ: четыре Стороны, обеспечивающие космический сегмент; 29 государств, обеспечивающих наземный сегмент; два государства — операторы наземного сегмента; девять государств — пользователи Программы.

Соглашение о Международной Программе КОСПАС-САРСАТ не создало новой международной организации, но определило структуру управления Программой Советом и постоянным административным органом — Секретариатом. Для выполнения услуг Секретариата было решено связаться с Международной организацией морской спутниковой связи (Инмарсат), базирующейся в Лондоне, Великобритания. Этот срочный шаг был сделан в августе 1987 г. перед подписанием соглашения, и данное сотрудничество продолжалось до 1999 г., когда произошла приватизация Инмарсат, и Секретариат КОСПАС-САРСАТ перешел под крыло преемника Инмарсат — IMSO (Международной организации подвижной спутниковой связи). Соглашение оказалось краеугольным камнем успеха Международной Программы КОСПАС-САРСАТ. В частности, оно позволило КОСПАС-САРСАТ преодолеть множество политических проблем в четырех странах, представивших космический сегмент, и выжить в результате существенных международных изменений, вызванных развалом СССР в 1991 г.

СОВЕТ КОСПАС-САРСАТ

В состав Совета КОСПАС-САРСАТ входят по одному представителю от каждой из четырех Сторон Соглашения о Международной Программе КОСПАС-САРСАТ (ICSPA), а именно от России, Канады, США и Франции. Совет собирается, по крайней мере, один раз в год, чтобы выполнить соответствующие задачи и скоординировать действия сторон, но для выполнения своих функций он может встречаться по мере необходимости и чаще.

Решения Совета принимаются единогласно представителями Сторон.

На закрытых заседаниях Совета присутствуют только Стороны, и рассматриваются прежде всего вопросы деятельности Секретариата и управления Программой, включая отношения с потенциальными участниками, пользователями Системы, производителями и международными организациями.

Совет также собирается, по крайней мере, один раз в год на открытом заседании, во время которого ассоциированные страны и организации (участники КОСПАС-САРСАТ) могут обсуждать любую проблему, имеющую отношение к администрированию Программы и управлению Системой, которые представляют интерес для участников КОСПАС-САРСАТ. К этим вопросам относятся общие затраты Программы, эксплуатация Системы и ее развитие, отчет и рекомендации Объединенного комитета (органа Программы, помогающего в подготовке решений Совета) и отношения с международными организациями.

НЕМНОГО СТАТИСТИКИ

На рисунке справа показаны количество поисково-спасательных (ПС) операций и численность спасенных при использовании аварийных данных КОСПАС-САРСАТ за период с января 1994 г. по декабрь 2016 г.

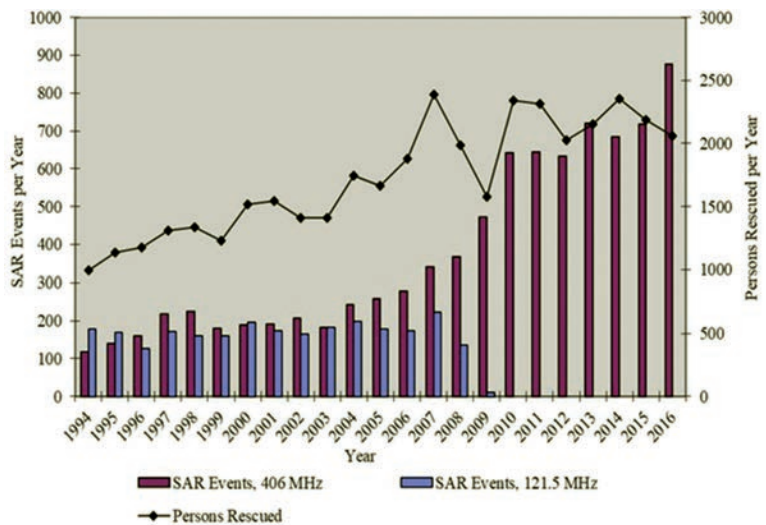
МЕЖДУНАРОДНАЯ РЕГИСТРАЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ РАДИОБУЕВ 406 МГц (МБДР)

В мире насчитывается около 95 национальных баз данных радиобуев 406 МГц, куда Администрации загружают свои национальные регистрационные данные радиобуев для гарантии круглосуточной доступности к ним служб ПС при наличии информации об активации радиобуев. Помимо этого, КОСПАС-САРСАТ поддерживает Международную регистрационную базу данных радиобуев 406 МГц (МБДР), к которой организован свободный доступ для пользователей, не имеющих национальных баз данных. Позволяя пользователям радиобуев зарегистрировать свои радиобуи в МБДР, Администрации помогают упростить надлежащую регистрацию радиобуев их владельцами и предотвращают административные расходы и неудобства их правительствам.

По состоянию на декабрь 2017 г. в МБДР было зарегистрировано 72 940 радиобуев (23 846 — авиационных, 33 260 — морских и 15 834 — персональных) от 145 национальных администраций (всего в мире 2 млн радиобуев). В среднем в месяц более 350 раз поисково-спасательные службы обращаются в МБДР для получения информации о зарегистрированных радиобуях.

СИСТЕМЫ НССПС и ГССПС

На декабрь 2017 г. пять космических аппаратов системы НССПС (низкоорбитальная спутниковая система поиска и спасения) находились в эксплуатации: Sarsat-7, Sarsat-10, Sarsat-11, Sarsat-12 и Sarsat-13. Запланированные запуски аппаратов НССПС включают три российских Метеора-М с ПС-нагрузками КОСПАС на борту. Запуски Метеора-М № 2–2, Метеора-М № 2–3 и Метеора-М № 2–4 запланированы в IV квартале 2018 г., а также в 2020 г. и 2021 г. Спутники серии Метеор-М № 2 рассчитаны на работу на орбите не меньше чем на пять лет. По программе США



Количество ПС-операций и численность спасенных при использовании аварийных данных КОСПАС-САРСАТ (январь 1994 г. — декабрь 2016 г.):

SAR Events per Year — число поисково-спасательных операций в год;

Persons Rescued per Year — численность спасенных в год; *SAR Events, 406 MHz* — поисково-спасательные операции, 406 МГц;

SAR Events, 121,5 MHz — поисково-спасательные операции, 121,5 МГц;

Persons Rescued — численность спасенных; *Year* — год

в отношении системы НССПС планируется финансирование выделенного спутника НССПС, который будет запущен не ранее 2021 г.

Также в декабре 2017 г. в работе находились пять аппаратов системы ГССПС (геостационарная спутниковая система поиска и спасения): GOES-13 и GOES-15 (США), INSAT-3D и INSAT-3DR (Индия), MSG-2 и MSG-3 (EUMETSAT). Российские ПС-нагрузки на аппаратах Электро-Л № 2, Луч-5А и Луч-5В проходят тестовые испытания.

Наземный сегмент систем НССПС и ГССПС включает на сегодня 30 координационных центров системы (КЦС), 54 станций приема и обработки информации (НИОСПОИ) в системе НССПС и 23 станции приема и обработки информации (ГЕОСПОИ) в системе ГССПС.

А ЧТО ЖЕ ДАЛЬШЕ?

НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ПРОГРАММЫ КОСПАС-САРСАТ

Первое направление развития — это Среднеорбитальная спутниковая система поиска и спасения (СССПС)

Настойчивое совершенствование и продвижение Системы КОСПАС-САРСАТ происходит с внедрением сегодня системы СССПС. Согласованы параметры совместимости трех созвездий Системы — НССПС, ГССПС и СССПС. По завершении фазы ПЭГ (полная эксплуатационная готовность) системы СССПС ее космический и наземный сегменты будут гарантировать выполнение требований глобального покрытия, производительности и точности. Точно так же технические требования для радиобуев 406 МГц второго поколения позволят обеспечить дальнейшее совершенствование Системы КОСПАС-САРСАТ.

Идет переход от низкоорбитальной и геостационарной спутниковых систем к созданию новой среднеорбитальной группировки спутников под названием «система СССПС».

В настоящее время активно внедряемая система СССПС рассматривается в качестве замены существующей

ющей низкоорбитальной системы НССПС. Эта система обеспечит почти мгновенное обнаружение радиобуя.

Система СССПС создается на базе группировок навигационных спутников Глонасс (Россия), Galileo (Европейский Союз) и GPS (США). Начавшаяся 13 декабря 2016 г. фаза ранней эксплуатационной готовности (РЭГ) уже разрешает использование операционных данных системы СССПС. В период РЭГ развивающаяся система СССПС позволит улучшить эксплуатационные параметры всей Системы, включая точность определения координат аварийного радиобуя, в дополнение к существующим — Низкоорбитальной спутниковой системе поиска и спасения (НССПС) и Геостационарной спутниковой системе поиска и спасения (ГССПС), а поисково-спасательным службам (ПС) — ознакомиться с системой СССПС до завершения ее фазы демонстрации и оценки (ДИО). К настоящему моменту успешно проходят комиссионные испытания в рамках системы СССПС для наземного сегмента системы. В настоящее время на этапе РЭГ система СССПС пока еще не обеспечивает глобальное покрытие и не полностью отвечает ожидаемым требованиям к ее производительности, особенно в отношении параметра точности. Каждая последующая фаза после РЭГ (т. е. начальная эксплуатационная готовность (НЭГ) и полная эксплуатационная готовность (ПЭГ)) предусматривает улучшение эксплуатационных параметров всей Системы.

На конечной стадии фазы НЭГ все оборудование наземного сегмента системы СССПС будет соответствовать требованиям по производительности без каких-либо ограничений.

На стадии ПЭГ у системы СССПС будут уже достаточные ресурсы космического сегмента и возможность предоставления глобального обслуживания.

Переход к фазам НЭГ и ПЭГ ожидается в течение последующих нескольких лет. В результате полного внедрения системы СССПС с годами предполагается выведение из эксплуатации существующей системы НССПС.

Второе направление развития — это радиобуи второго поколения

Радиобуи второго поколения будут способствовать улучшению эксплуатационных параметров Системы, удовлетворяя новым более жестким требованиям по вероятности обнаружения радиобуя, точности определения его местоположения и емкости системы.

Радиобуи второго поколения предполагают также еще одну инновацию: реализацию системы квитирования (обратной связи), при которой аварийному радиобую посылается уведомление после того, как он был обнаружен Системой КОСПАС-САРСАТ.

Радиобуи второго поколения существенно повысят точность локализации. В комбинации с системой СССПС точность от километров дойдет до сотен метров.

Предлагается новый дизайн приемников наземных станций для системы СССПС в виде фазированной антенной решетки вместо традиционной спутниковой антенны типа тарелки.

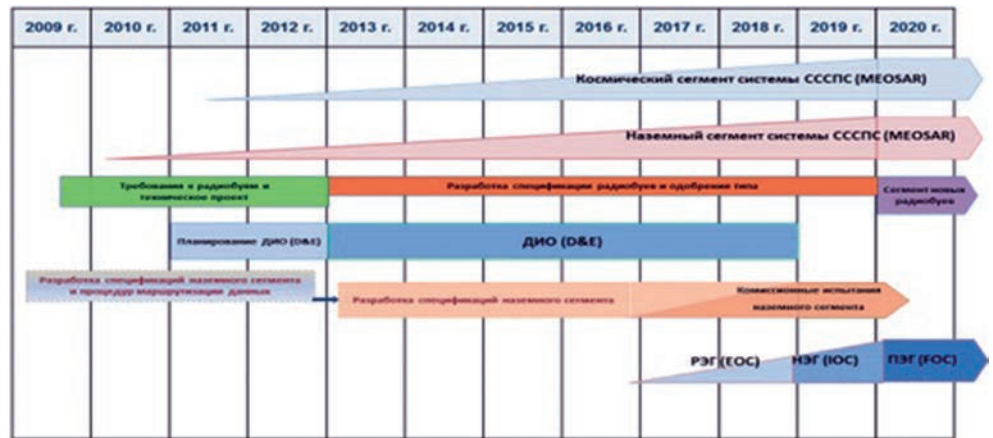


График внедрения системы СССПС

ВНЕДРЕНИЕ ГАССБ

(Глобальная авиационная система связи при бедствии) — ИКАО

В дополнение к радиобуям второго поколения проводятся также разработки по включаемым в полете АРМ, которые в какой-то мере вписываются в тематику радиобуев второго поколения, в частности в попытке обращения к проблеме самолетов, терпящих крушение в отдаленных районах, — при определенных обстоятельствах эти самолеты может быть трудно найти. Идея включения АРМ в полете позволяет знать местоположение объекта перед его крушением — ведь если после удара о землю радиобуя разрушается, то при таких обстоятельствах высока вероятность того, что вообще не будет никакой передачи сигналов.

В ответ на недавние авиационные инциденты ИКАО начала реализацию Глобальной авиационной системы связи при бедствии (ГАССБ) с целью повышения эффективности глобального поиска и спасения. Предполагается, что маршрутизация аварийных данных КОСПАС-САРСАТ от нового типа АРМ (DT) (аварийный передатчик-указатель положения для отслеживания бедствия в полете), как и прежде, будет выполняться непосредственно в СКЦ. Однако ставятся дополнительные требования: «тревоги» должны немедленно поставляться в СКЦ, а «данные об отслеживании бедствия» должны быть доступны для участвующих сторон (сервисные подразделения воздушного движения (ATSU), операторы авиакомпаний, следственные органы, СКЦ и т. д.).

КОСПАС-САРСАТ рассматривает разработку средств для ATSU, чтобы получать доступ к данным об отслеживании бедствия, при этом продолжая посылать аварийные данные непосредственно в СКЦ. Крайний срок ИКАО по готовности АРМ(DT) — 1 января 2021 г. С точки зрения КОСПАС-САРСАТ, готовность документации по АРМ (DT) — это 1 января 2019 г.

Считается предпочтительным, чтобы единственным хранилищем всех данных ADT (данные автономного отслеживания бедствия) стал КОСПАС-САРСАТ.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГМССБ

(Глобальная морская система связи при бедствии) — ИМО

Система КОСПАС-САРСАТ является составной частью системы ГМССБ (ИМО). Принимая во внимание запрос 3-й сессии (2016 г.) подкомитета ИМО по навигации, связи и поиску и спасанию (NCSR) о возможности распределения цифровых аварийных данных системы ГМССБ в дополнение к маршрутизации в существующей

щей наземной сети КОСПАС-САРСАТ данных от аварийных радиобуев 406 МГц, КОСПАС-САРСАТ проводит анализ и оценку данного предложения. Разработка и внедрение в практику принципиально нового метода поиска и спасания потерпевших бедствие людей через спутниковую Систему КОСПАС-САРСАТ стали знаковым явлением конца XX в.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Так вот, возвращаясь к событию 35-летней давности — 10 сентября 1982 г., мы разыскали одного из спасенных (а им оказался все еще действующий пилот Боинга Джонатан Зайгхайм (Jonathan Ziegelheim), и он нам поведал следующую историю.

«Моя 24-летняя дочь, узнав, что я направляюсь на совещание КОСПАС-САРСАТ, поинтересовалась: «Мама рассказала мне о каком-то спутнике, который когда-то спас тебе жизнь...»

«Да, — подтвердил я. — Меня обнаружил спутник. И я лечу на встречу с людьми, которые каждодневно обеспечивают работу этой спутниковой Системы».

Тогда дочь спросила: «И если бы не этот спутник, который тебя нашел, то меня бы не было на этом свете???»

В ответ я кивнул: «Да, это так!»

И тогда, выдержав паузу, она попросила: «Пожалуйста, передай этим людям лично от меня огромное спасибо».

А еще никогда не забуду, как однажды на одной из встреч, когда предоставили слово одному тоже уже немолодому человеку, спасенному с помощью нашей Системы, он не смог сказать ни слова, у него капали слезы, и он просто протянул фотографии своих трех симпатичных внуков. Вот и все ...

Очень рекомендуется посетить веб-сайт КОСПАС-САРСАТ: <http://www.cospas-sarsat.int>.

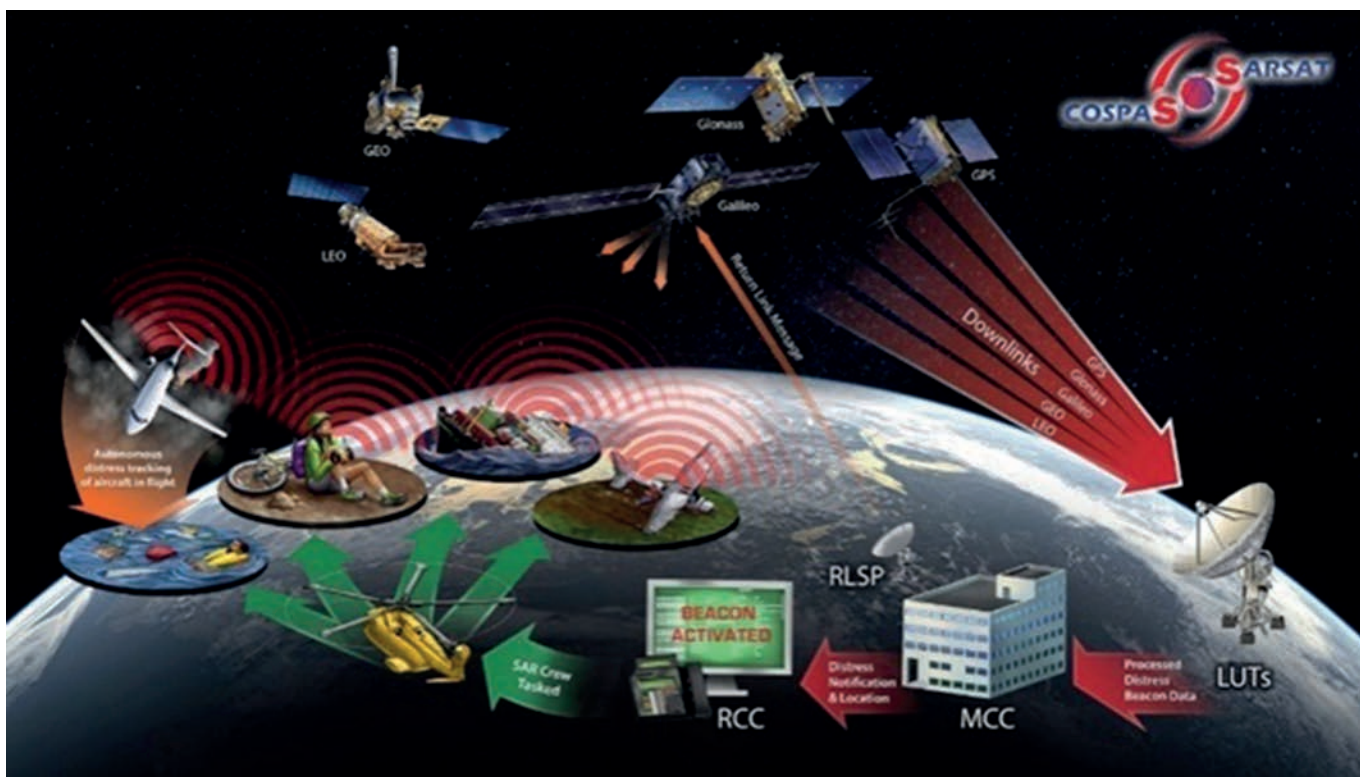
Также вам будет небезынтересно посмотреть видео КОСПАС-САРСАТ: <http://www.cospas-sarsat.int/en/search-and-rescue/programme-videos-en>.

А вот что говорят люди:

— Моя главная гордость — это спасенные нами жизни людей с использованием аварийных данных КОСПАС-САРСАТ. Нам повезло и мы чувствуем себя счастливыми, что работаем в Системе КОСПАС-САРСАТ и участвуем в этой воистину гуманитарной программе.

— Что больше всего меня поражает в КОСПАС-САРСАТ, так это свидетельства людей, которые были спасены с помощью Системы. Это их истории, которые вызывают эмоции, когда их слушаешь.

— Потрясающие люди разработали эту Систему. Мы же, молодое поколение, продолжаем ее совершенствовать.



Сегодняшняя концепция Системы КОСПАС-САРСАТ:

Autonomous distress tracking of aircraft in flight — автономное отслеживание бедствия самолета в полете;

Beacon Activated — активированный радиобуй; *Distress Notification & Location* — уведомление о бедствии и его местоположении;

Downlinks — нисходящие каналы; *Galileo* — «Галилео» (глобальная навигационная спутниковая система, эксплуатируемая Европейским Союзом);

Glonass — «Глонасс» (глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), эксплуатируемая Российской Федерацией);

GPS — глобальная навигационная спутниковая система, эксплуатируемая США;

Return Link Message — сообщение системы квитирования (обратной связи) (RLS);

LEO — НИО (низкая орбита);

MCC — КЦС (координационный центр системы);

RCC — СКЦ (спасательно-координационный центр);

GEO — ГЕО (геостационарная орбита);

LUTS — СПОИ (станции приема и обработки информации);

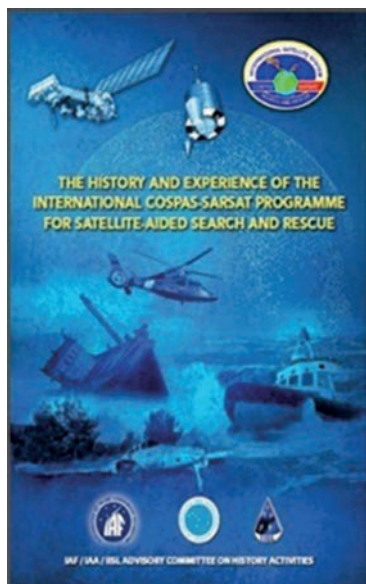
Processed Distress Beacon Data — обработанные данные аварийного радиобуя;

RLSP — провайдер системы квитирования (обратной связи);

SAR Crew Tasked — поисково-спасательная группа на задании

А еще в 2016 г. вышла книга об истории создания и развития Системы КОСПАС-САРСАТ (<http://www.iafastro.org/wp-content/uploads/2017/01/Cospas-Sarsat-Report-1.pdf>), и в первую очередь речь в ней идет о человеческой (а лучше и точнее сказать, человеческой) кооперации стран-участниц. Очень советуем перелистать — интересно.

Перечислить всех просто невозможно — столько славных имен. И чтобы никого не обидеть, просто взгляните, если есть такая возможность и есть интерес, в эту книгу.



Все же я бы назвал среди первых и наиболее запомнившихся наших соотечественников Юрия Георгиевича Зурабова из Морсвязьспутника, а также Арнольда Сергеевича Селиванова и Владислава Ивановича Рогальского из НИИКП (РКС).

Плюс к уже упоминавшимся западным коллегам Даниэлю Людвигу (Daniel Ludwig) и Бернарду Труделю (Bernard Trudel) — Джон Мак-Элрой (John McElroy), Фред Флато (Fred Flatow), Даниэл Левек (Daniel Levesque), Джим Кинг (Jim King) и многие другие...

Из последних публикаций по теме КОСПАС-САРСАТ: «Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы» (<https://yadi.sk/i/uoQBpNEz3NRRK5>).



Основную концепцию и другую основополагающую информацию о Системе КОСПАС-САРСАТ можно найти на трех рабочих языках Программы (английском, французском и русском), зайдя на сайт: www.cospas-sarsat.int.

В марте 2016 г. была принята Федеральная космическая программа России на 2016–2025 гг., в которую в том числе заложены планы и бюджет по дальнейшей поддержке и развитию Системы КОСПАС-САРСАТ, включая использование новой для этой Системы группировки из российских спутников Глонасс, американских GPS и европейских Galileo.

От себя хочется добавить, что Федеральное государственное унитарное предприятие Морсвязьспутник (www.marsat.ru), Российское космическое агентство (www.federalspace.ru), Министерство транспорта (www.mintrans.ru) и Министерство иностранных дел (www.mid.ru/home) вносят свой значительный вклад в поддержку и развитие международной кооперации в рамках Программы КОСПАС-САРСАТ.

Перед нами реально осязаемый пример международного сотрудничества в интересах людей — оказать им помощь в беде. Хороший образец для подражания.



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. The History and Experience of the International Cospas-Sarsat Programme for Satellite-Aided Search and Rescue / D. Levesque, J. King, W. Ruark, C. Gal, W. Carney, V. Studenov // International Astronautical Federation. — 2016. — 222 p.
2. Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы : науч.-техн. журн. — 2017. — Т. 4, вып. 3.
3. Сайт Программы КОСПАС-САРСАТ // Электрон. дан. — Канада, 2017. — Режим доступа: <http://www.cospas-sarsat.int/en/>. — (Загл. с экрана).
4. CSC-57/OPN Summary Record, December 2016. — Paris, France, 2016.
5. JC-30 Report, October 2016. — Montreal, Canada, 2016.
6. Документ C/SS.007 // Электрон. дан. — Канада, 2016. — Режим доступа: <https://www.cospas-sarsat.int/images/stories/SystemDocs/Current/S7JAN31.17-bis.pdf>. — (Загл. с экрана).
7. Документ Cospas-Sarsat System Data No.42 — Rev. 1 // Электрон. дан. — Канада, 2016. — Режим доступа: [https://www.cospas-sarsat.int/images/stories/SystemDocs/Current/SD42-DEC16-Rev.1%20\(RU\).pdf](https://www.cospas-sarsat.int/images/stories/SystemDocs/Current/SD42-DEC16-Rev.1%20(RU).pdf). — (Загл. с экрана).
8. Документ C/SR.007 007 // Электрон. дан. — Канада, 2016. — Режим доступа: <https://www.cospas-sarsat.int/images/stories/SystemDocs/Current/CS-R007-DEC-2016.pdf>. — (Загл. с экрана).
9. Сайт МБДР // Электрон. дан. — Канада, 2017. — Режим доступа: <http://www.406registration.com/>. — (Загл. с экрана).