*РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ*
*2021, том 8, выпуск 2, с. 72–81*

**КОСМИЧЕСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ. РАДИОЛОКАЦИЯ И РАДИОНАВИГАЦИЯ**

УДК 629.78 DOI 10.30894/issn2409-0239.2021.8.2.72.81

# Результаты интеграции бортовой аппаратуры поиска и спасания на КА «Метеор-М» № 2-2 в международную космическую систему поиска и спасания КОСПАС–САРСАТ

**С. А. Букин**, *contact@spacecorp.ru*
*АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация*
**А. А. Киреев**, *к. т. н., contact@spacecorp.ru*
*АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация*
**А. И. Останний**, *contact@spacecorp.ru*
*АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация*
**А. В. Федосеев**, *contact@spacecorp.ru*
*АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация*
**Ю. О. Федоров**, *contact@spacecorp.ru*
*АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация*

**Аннотация.** Приведены результаты международных испытаний по вводу КА «Метеор-М» № 2-2 («Коспас-14» в нумерации системы) в части аппаратуры поиска и спасания (РК–СМ–МКА) в систему КОСПАС–САРСАТ. В ходе испытаний, проводимых Российской Федераций с участием специалистов США, Канады и Франции, установлено, что значения основных характеристик аппаратуры РК–СМ–МКА находятся в зоне технических ожиданий, и что КА «Метеор-М» № 2-2 может быть использован по целевому назначению в системе КОСПАС–САРСАТ. В статье обсуждены вопросы интеграции КА «Метеор-М» № 2-2 («Коспас-14» в терминологии системы КОСПАС–САРСАТ), готовность системы к его использованию и решенные на этапе интеграции задачи. Приведены отмеченные секретариатом КОСПАС–САРСАТ преимущества добавления «Коспас-14» в систему с точки зрения времени реакции обновленного низкоорбитального космического сегмента КОСПАС–САРСАТ, реализуемые за счет пространственной разнесенности орбит существующих КА САРСАТ и «Коспас-14».

**Ключевые слова:** КОСПАС–САРСАТ, КА «Метеор-М» № 2-2, «Коспас-14», ввод в систему, международные испытания, поиск и спасание, радиомаяк, приемник-процессор

*РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ*
*2021, том 8, выпуск 2, с. 72–81*

**КОСМИЧЕСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ. РАДИОЛОКАЦИЯ И РАДИОНАВИГАЦИЯ**

# Integration of the SAR Payload on Board of the Meteor-M No. 2-2 Spacecraft into the COSPAS–SARSAT International Search and Rescue System

**S. A. Bukin**, *contact@spacecorp.ru*
*Joint Stock Company "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation*
**A. A. Kireyev**, *Cand. Sci. (Engineering), contact@spacecorp.ru*
*Joint Stock Company "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation*
**A. I. Ostanniy**, *contact@spacecorp.ru*
*Joint Stock Company "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation*
**A. V. Fedoseev**, *contact@spacecorp.ru*
*Joint Stock Company "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation*
**Yu. O. Fedorov**, *contact@spacecorp.ru*
*Joint Stock Company "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** The present article addresses the results of the "Meteor-M" No. 2-2 SAR payload (RK–SM–MKA) commissioning campaign. The international effort was coordinated by Russia with the participation of technical teams from national administrations of the United States, Canada and France. In the course of testing, it was determined that the SAR payload performance was within technical expectations and that the SAR payload could be operationally used in the COSPAS–SARSAT system. Other matters of integrating the "Meteor-M" No. 2-2 ("Cospas-14" in Cospas-Sarsat terminology) SAR payload into the COSPAS–SARSAT system as well as the system's readiness to accept the new spacecraft are discussed. The article also unveils the objectives addressed during the "Cospas-14" integration period and the benefits gained by the system, which were recently made public by the COSPAS–SARSAT Secretariat. The analysis performed by the Secretariat demonstrated that the addition of the new "Cospas-14" into the LEOSAR system significantly improves LEOSAR satellite latency due to the spatial diversity of the current SARSAT and "Cospas-14" orbits.

**Keywords:** COSPAS–SARSAT, "Meteor-M" No. 2-2, "Cospas-14", commissioning, international test campaign, search and rescue, radio beacon, SARP

## Введение

Международная спутниковая система поиска и спасания КОСПАС–САРСАТ предоставляет в поисково-спасательные службы оперативную и точную информацию о месте произошедшей бедственной ситуации на суше и на море в любой точке земного шара, предотвращая затраты сил поисково-спасательных служб на долгие, дорогостоящие и иногда безрезультатные поиски пропавших самолетов, морских судов или людей.

С технической точки зрения система является характерным примером использования классической схемы передачи информации посредством применения космической и наземной инфраструктур: «источник информации (пользователь)–космический сегмент–наземный сегмент–потребитель информации».

Космический сегмент системы КОСПАС–САРСАТ является совокупностью космических аппаратов (КА), имеющих в своем составе аппаратуру ретрансляции (или регенерации и ретрансляции) сигналов аварийных радиомаяков 406 МГц КОСПАС–САРСАТ (АРМ) и находящихся на разных категориях высот орбит, что связано с эволюцией системы и развитием ее основных тактико-технических характеристик, среди которых вероятность приема сигнала АРМ, точность определения координат АРМ, время доставки сообщения о бедствии в поисково-спасательные службы.

На данный момент космический сегмент состоит из КА не только на низкой орбите, но также и на геостационарной и совсем новой, среднеорбитальной. Низкоорбитальный сегмент, на смену которому приходит среднеорбитальный, в настоящее время единственный штатный космический сегмент системы КОСПАС–САРСАТ, который обеспечивает выполнение всех возложенных требований КОСПАС–САРСАТ. Обязательства по его поддержанию формализованы в соглашении о международной программе КОСПАС–САРСАТ и возлагаются на стороны соглашения, т. е. в том числе и на Российскую Федерацию.

После более чем десятилетнего периода отсутствия российских КА в низкоорбитальном сегменте КОСПАС–САРСАТ (последний «Коспас-9» был выведен из системы в сентябре 2007 г.) в июле 2019 г. с космодрома Восточный произведен успешный запуск низкоорбитального гидрометеорологического КА «Метеор-М» № 2-2 с полезной нагрузкой системы КОСПАС–САРСАТ — аппаратурой РК–СМ–МКА, выполняющей функции регенерации (прием, обработка, запоминание, передача) и ретрансляции сигналов АРМ на наземные средства.

В период перехода системы КОСПАС–САРСАТ к использованию среднеорбитальной группировки как основной запуск КА «Метеор-М» № 2-2, получившего номер 14 в нумерации системы и имя «Коспас-14», явился критически важным событием для системы, так как существующая низкоорбитальная орбитальная группировка эксплуатирует четыре зарубежных КА SARSAT, которые находятся далеко за пределами сроков активного существования.

Интеграция полезной нагрузки в систему КОСПАС–САРСАТ проводится в соответствии со стандартами системы. В ее ходе осуществляются мероприятия по проверке и оценке основных тактико-технических характеристик полезной нагрузки (комиссионные испытания), заявленных поставщиком космического сегмента, формирование отчетных документов, их представление в уполномоченный рабочий орган Совета КОСПАС–САРСАТ, защита и формальное включение в состав системы.

Поскольку интеграция низкоорбитального КА РФ в систему КОСПАС–САРСАТ являлась беспрецедентным для последних двадцати лет событием, в данной статье будут освещены результаты проверок тактико-технических характеристик РК–СМ–МКА, а также приведены факты и информация о шагах, сделанных для ввода КА в состав системы в период 2019–2020-х гг.

Все мероприятия, описанные в данной статье, координировались и выполнялись специалистами АО «Российские космические системы» совместно со специалистами США, Франции и Канады.

## Проблемные вопросы и подготовка к испытаниям

После проверки основных служебных систем на КА «Метеор-М» № 2-2, 23.07.2019 было произведено первое включение РК–СМ–МКА в рамках национальных летных испытаний космичес-

кого комплекса «Метеор-3М». Аппаратура РК–СМ–МКА, аналогично с аппаратурой на КА типа SARSAT, поддерживает два режима работы:

1) прием сигналов АРМ, их обработку, запись в память и передачу на приемные станции приема и обработки информации от низкоорбитальных КА (НИОСПОИ) в цифровом потоке 2,4 кбит/с. Этот режим называется «глобальным» режимом или «режимом регенерации», который поддерживается всеми КА низкоорбитального сегмента и обеспечивает глобальность системы КОСПАС–САРСАТ;

2) ретрансляцию сигналов АРМ или «локальный» режим.

В ходе летных испытаний РК–СМ–МКА было принято решение о проведении расширенных проверок и оценок с целью обеспечения формирования наиболее полной информации о готовности КА к интеграции в систему КОСПАС–САРСАТ и обеспечения конструктивного информирования ее участников о ходе проведения испытаний в «интероперабельном», прозрачном и понятном формате.

В национальных летных испытаниях были задействованы штатная станция КОСПАС–САРСАТ на территории РФ — НИОСПОИ-2733 (г. Находка) и технические средства главного конструктора АО «Российские космические системы» (г. Москва).

Уже в июле 2019 г. при испытаниях РК–СМ–МКА в «глобальном» режиме работы были выявлены проблемы с возможностью решения задачи определения координат АРМ станцией НИОСПОИ-2733, которая успешно решала задачу определения координат АРМ при работе со штатными низкоорбитальными КА SARSAT. В ходе анализа информации, принятой станцией НИОСПОИ-2733 с КА «Метеор-М» № 2-2 в потоке 2,4 кбит/с, было выявлено, что станция при обработке принимаемых данных некорректно вычисляет значения частоты и времени прихода сигнала на КА и, соответственно, не может получить требуемые точности определения местоположения АРМ (были получены аномальные ошибки в 400–500 км при требовании к ошибке быть не более 5 км в 95 % случаев).

В то же время обработка этих данных средствами главного конструктора АО «Российские космические системы» обеспечивала решение задачи определения координат АРМ с требуемой точностью.

Из-за «стандартного исполнения» импортных станций коммерческого использования и их распространенности в наземном сегменте КОСПАС–САРСАТ и, казалось бы, несопрягаемой с этим фактом невозможности их использования по целевому назначению с новым «Коспас-14» появились вопросы к разработчикам АО «Российские космические системы».

В ходе анализа результатов обработки информации с КА «Метеор-М» № 2-2, принятой зарубежной станцией на территории Франции, на которой также не получилось сформировать точные координаты местоположения, совместными усилиями экспертов были проведены совещания со специалистами компании — разработчика программного обеспечения, сотрудники которой подтвердили, что программное обеспечение штатных станций необходимо доработать. Это подчеркнуло эффективность решения об использовании средств главного конструктора как индикатора качества выполнения задачи определения местоположения АРМ в дополнение к станции НИОСПОИ-2733, которая к тому времени использовалась только для приема и регистрации информации.

Учитывая изложенное, в ходе летных испытаний (ЛИ) были определены задачи испытаний, результаты которых приведены в табл. 1.

В целом итоги ЛИ подтвердили готовность аппаратуры РК–СМ–МКА КА «Метеор-М» № 2-2 к проведению комиссионных испытаний КОСПАС–САРСАТ.

Таким образом, национальная часть испытаний аппаратуры РК–СМ–МКА была завершена; сообщество КОСПАС–САРСАТ получило предварительные оценки ее работоспособности и признало необходимость обновления программного обеспечения НИОСПОИ. Но для интеграции «Коспас-14» в систему требовалось провести более масштабные — комиссионные испытания, которые было невозможно реализовать в полном объеме средствами главного конструктора. Поэтому еще до окончания национальных испытаний эксперты начали планировать проведение комиссионных испытаний с привлечением иностранных специалистов и их средств испытаний.

Планирование проведения комиссионных испытаний было предварительно обсуждено на 33-м засе-

Таблица 1. Задачи, решаемые на ЛИ РК–СМ–МКА, и результаты испытаний

| Задача | Результат |
|---|---|
| Оценка корректности формирования и структуры кадров выходной информации | Структура выходного кадра РК–СМ–МКА соответствует документу КОСПАС–САРСАТ C/S T.003 «Описание полезных нагрузок, используемых в низкоорбитальной спутниковой системе поиска и спасания (НССПС) КОСПАС–САРСАТ»;<br>прием на зарубежных средствах невозможен вследствие их неготовности |
| Определение вероятности приема достоверных сообщений орбитографических радиобуев (ОРБ) КОСПАС–САРСАТ | Вероятность приема посылок ОРБ находится в диапазоне 0,9–0,98 (соответствует минимальным требованиям — 0,75) |
| Оценка ошибки независимого определения координат ОРБ КОСПАС–САРСАТ | Погрешность определения координат находится в пределах требований C/S T.002 (менее 5 км в 95 случаев для номинальных условий) |
| Оценка приемлемости эфемеридных данных о положении КА для решения задач определения координат | Точность эфемеридных данных, передаваемых ЦУП в МСС, достаточна для решения задачи независимого определения местоположения (расчетная погрешность орбиты не превышала 2 км) |
| Оценка времени заполнения буфера запоминающего устройства сообщениями для последующей передачи на наземные средства (временной объем) | Временной объем данных в записывающем устройстве составил в среднем 7,5 ч, что превышает минимальную норму, определяемую системой менеджмента качества |
| Оценка количества недостоверных сообщений и их доли в передаваемой на Землю информации | Доля недостоверных сообщений в объеме передачи на наземные средства составила в среднем 50–60 % (для КА типа SARSAT этот показатель составляет не более 10–15 %) |
| Проверка возможности работы полезной нагрузки в режиме «ретрансляция» | Функционирует |
| Оценка возможности выполнения требований системы менеджмента качества (СМК) КОСПАС–САРСАТ по доступности группы «СПОИ/КА» | Не хуже 80 % (80 % — порог срабатывания фильтра системы менеджмента качества КОСПАС–САРСАТ) |

дании Объединенного комитета КОСПАС–САРСАТ в июне 2019 г. с потенциальными участниками данных испытаний — Канадой (по режиму ретрансляции) и Францией (по режиму «регенерации»). Кампания по проведению комиссионных испытаний «Коспас-14» с целью его ввода в эксплуатацию в составе системы КОСПАС–САРСАТ была организована в конце ноября 2019 г. в соответствии с обращением РФ о поддержке испытаний в адрес национальных администраций Франции, Канады и дополнительно США и стартовала 17 декабря 2019 г. Координатором этих испытаний выступало АО «Российские космические системы».

## Комиссионные испытания «Коспас-14»

Комиссионные испытания «Коспас-14» как низкоорбитального КА проводились в соответствии с [1]. Требованиями этого документа обозначен перечень проверок, которые должны быть выполнены поставщиком космического сегмента (или комиссионным агентством от его лица) для демонстрации совместимости КА с существующей системой КОСПАС–САРСАТ, соответствия с ожидаемыми характеристиками, приведенными в [2] и возможности его использования по целевому назначению в системе.

Таблица 2. Перечень проверок КА

| Наименование испытания в соответствии с документом C/S T.004 | Ответственная сторона |
|---|---|
| B.1 Полная принимаемая мощность | Россия, Канада, США |
| B.2 Загруженность спектра по линии вниз | Россия, Канада |
| B.3 Уровни побочных излучений | Канада, США |
| B.4 Мощность сигналов РБ в режиме «ретрансляция» | Канада |
| B.5 Погрешность определения местоположения РБ в режиме «ретрансляция» | Канада |
| B.7 Индекс модуляции | Канада |
| B.8 Частота переноса и частота линии вниз | США, Канада |
| B.9 Ширина канала и неравномерность амплитуды | США |
| B.10 Уровень интермодуляционных и гармонических составляющих | США |
| B.11/B.12 Диаграмма направленности антенны | США |
| B.13 Характеристики работы РК–СМ–МКА в режиме «регенерация» | Франция |
| B.14 Обработка данных приемником-процессором и погрешность определения местоположения для сигналов с фиксированной мощностью | Франция |
| B.15 Характеристики работы РК–СМ–МКА в режиме «регенерация» с варьируемой мощностью сигналов РБ | Франция |

Перечень проверок приведен в табл. 2.

В соответствии с перечнем испытаний и [1] АО «Российские космические системы» была разработана программа испытаний с учетом временного разделения сеансов излучения наземными средствами, необходимостью обработки и совместного анализа (интерпретации) результатов. Помимо средств, описанных ранее в данной статье (средства главного конструктора), в испытаниях использовались зарубежные средства, в состав которых вошли:

– НИОСПОИ (штатные и реализующие средства разработчика), размещенные в США (г. Гринбелт, шт. Мэриленд), Канаде (г. Оттава) и Франции (г. Тулуза);

– испытательные средства, размещенные на тех же территориях и имеющие возможность излучения имитационных сигналов различной мощности, частоты и информационного содержания (в Канаде — на базе компании CTEC, в США — средства лаборатории NASA, во Франции — средства лаборатории CNES).

Необходимо отметить, что в программу испытаний были включены все без исключения испытания, даже те, которые формально для КА типа «КОСПАС» не требовались, но давали наиболее полную информацию о готовности КА к вводу систему КОСПАС–САРСАТ. Такой подход обеспечивал возможность многостороннего анализа и сравнения характеристик с имеющимися зарубежными КА и позволял наиболее глубоко оценить совместимость КА с системой КОСПАС–САРСАТ в целом.

Как было отмечено ранее, требовалось обновление программного обеспечения штатных средств НИОСПОИ КОСПАС–САРСАТ в части обработки сигналов РК–СМ–МКА режима регенерации и, следовательно, проверка данного режима на НИОСПОИ Франции находилась в зависимости от готовности соответствующих доработок программного обеспечения. В январе 2020 г. доступных обновлений программного обеспечения французская НИОСПОИ для работы в режиме регенерации не получила и было принято решение начать программу с испытаний режима ретрансляции. Обновление программного обеспечения произошло только к середине февраля 2020 г.

К сожалению, не только задержки в доработке НИОСПОИ влияли на ход испытаний. В связи с неблагополучной эпидемиологической ситуацией в мире в 2020 г. проведение испытаний США, Канадой и Францией, связанное с излучением сигналов и доступом к измерительной аппаратуре, было приостановлено с середины марта 2020 г. до начала июня 2020 г. В указанный период проводился только совместный анализ ранее полученных результатов.

В соответствии с договоренностями конечный анализ и интерпретация результатов испытаний проводились Российской Федерацией, а сбор данных и предварительный анализ осуществлялись всеми участниками испытаний.

## Результаты испытаний

Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Результаты комиссионных испытаний аппаратуры РК–СМ–МКА показали, что:

1) значения основных характеристик аппаратуры РК–СМ–МКА соответствуют требуемым характеристикам, указанным в документе C/S T.003;

2) запас «системы», определяемый как разность значений ЭИИМ номинального АРМ и ЭИИМ АРМ, при которой достигается требуемая вероятность приема и выделения достоверных сообщений (0,75), составляет не менее 15 дБ и сравним с запасом «системы» при работе с аналогичными зарубежными КА типа SARSAT, что позволяет принимать сигналы радиомаяков, которые по разным причинам могут иметь ослабленное относительно номинального значение ЭИИМ в направлении КА (из-за затенения, физического повреждения маяка АРМ в результате авиакатастрофы и т. д.);

3) в ходе испытаний также были зафиксированы аномалии в работе бортовой аппаратуры, связанные с работой аппаратуры в режиме «регенерация» («зависание» каналов обработки). Все эти аномалии были проанализированы, и предложены варианты парирования, в том числе посредством упреждающей периодической перезагрузки прибора, которая минимально отражается на эксплуатационной эффективности бортовой аппаратуры. Тем не менее мероприятия по исключению причин появления аномалий и повышения качества аппаратуры должны быть проведены для будущих образцов РК–СМ–МКА;

4) необходимо также доработать бортовую аппаратуру регенерации в части обеспечения чистоты выходного сигнала и исключения из спектра побочных составляющих, формируемых, вероятнее всего, из-за отсутствия должной фильтрации сигнала «регенерации» 2,4 кБит/с (частоты побочных сигналов не имеют допплеровского сдвига, что исключает суждение о земном происхождении этих помеховых сигналов) в суммарном формируемом сигнале.

Детальный отчет [3] АО «РКС» о проведенных международных испытаниях был представлен на заседании экспертной рабочей группы по комиссованию наземного сегмента в январе 2021 г. и успешно защищен. Группа скрупулезно рассмотрела результаты проверок, отметила предлагаемые действия по парированию аномалий в работе аппаратуры и рекомендовала Совету КОСПАС–САРСАТ утвердить отчет.

В соответствии с правилами и нормами КОСПАС–САРСАТ переход к эксплуатации КА осуществляется в два этапа: сначала в статусе IOC (initial operational capability) — «начальная пригодность к эксплуатации» и далее, не ранее чем через 90 дней, — в статусе FOC (full operational capability) — «полная» или LOC (limited operational capability) — «ограниченная» годность к эксплуатации. Объявление статуса IOC КА «Метеор-М» № 2-2 состоялось 5 октября 2020 г. Переход в окончательный статус эксплуатации — FOC — осуществлен 23 марта 2021 г. в 12:00 (время московское).

## Прикладные результаты интеграции КА «Коспас-14»

В 2020 г. Секретариатом КОСПАС–САРСАТ был проведен анализ [4] тактико-технических характеристик НССПС (низкоорбитальной спутниковой системы поиска и спасания) КОСПАС–САРСАТ в части оценок задержек работы НССПС с точки зрения пользователя АРМ (в силу малых зон радиовидимости и количества КА передача сигнала бедствия в ПСС может иметь задержки, связанные с временем подлета КА к совместной зоне радиовидимости КА–АРМ).

Показано, что в случае оценки среднего значения временной задержки и 95-го процентиля как функций широты расположения АРМ добавление «Коспас-14» к действующей группировке КА значительно улучшает временные характеристики НССПС благодаря разнице расположения орбит КА НССПС (орбита КА «Коспас-14» имеет сильно отличающуюся от других орбит долготу восходящего узла). В рассмотренных Секретариатом

Таблица 3. Результаты комиссионных испытаний

| Режим | Наименование испытания | Результат | Опорное значение требования | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| Режим «ретрансляция» | B.1 Полная принимаемая мощность | Положительный | C/S T.003, рис. 5-3 с учетом данных о мощности передатчика | В требуемом диапазоне углов от надира (0–60°) выше требования |
| | B.2 Спектральные составляющие сигнала | Положительный | Нет требования, оценка | Зафиксированы составляющие незначительного уровня в 500 кГц выше центральной частоты |
| | B.3 Уровень побочных составляющих в спектре | Частично положительный | Нет требования, визуальная оценка | Большое количество побочных составляющих в ретранслированном сигнале |
| | B.4 Мощность сигналов РБ в режиме «ретрансляция» | Положительный | Нет требования, оценка | Полученные значения сигнал/шум адекватны излучаемому ЭИИМ |
| | B.5 Погрешность определения местоположения РБ в режиме «ретрансляция» | Положительный | $< 5$ км | $< 1$ км |
| | B.7 Индекс модуляции | Положительный | Сигнал 406 МГц: 0,63–0,75; сигнал 2.4 кбит/с: 0,28–0,44; комп.: 0,69–0,87 | Сигнал 406 МГц: 0,679; сигнал 2,4 кбит/с: 0,307; комп.: 0,745 |
| | B.8 Частота переноса и частота линии вниз | Положительный | Несущая: ±1,5 кГц; 406 MHz: нет требований | Несущая: 250–600 Гц; 406 МГц: менее 100 Гц |
| | B.9 Ширина канала и неравномерность амплитуды | Частично положительный | По уровню −1 дБ: 80 КГц | 90–92 кГц по уровню −3 дБ, определить ширину по уровню −1 дБ невозможно из-за сильной неравномерности амплитуды (риппла) |
| | B.10 Уровень интермодуляционных и гармонических составляющих | Положительный | Нет требования, общая практика не менее 25 дБ | Уровень относительно тестовых сигналов −30 дБ |
| | B.11/B.12 Диаграмма направленности приемной антенны | Частично положительный | См. C/S T.003, рис. 5-2 | Есть несоответствия в диапазоне 56–60° от надира. В указанном диапазоне отклонение вниз от минимального значения номинала составляет 10 дБ. Возможная причина — земные источники помех |

Таблица 3. *Окончание*

| Режим | Наименование испытания | Результат | Опорное значение требования | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| Режим «регенерация» | В.13 Характеристики работы РК–СМ–МКА в режиме «регенерация»:<br>– точность привязки времени; | Положительный | Не более 10 мс | < 10 мс |
| | – чувствительность приемного устройства; | | −131 дБмВт | −131 дБмВт |
| | – динамический диапазон; | | Нет требования, оценка | 25 дБ |
| | – ширина полосы пропускания | | Не менее 80 кГц | 80 кГц |
| | В.14 Обработка данных приемником-процессором и погрешность определения местоположения для сигналов с фиксированной мощностью:<br>– вероятность достоверного решения; | Положительный | Не менее 0,95 (требование к НИОСПОИ) | 1 |
| | – вероятность приема достоверного и полного сообщения; | | Не менее 0,75 | 0,892–0,889 |
| | – вероятность допплеровской обработки (получения минимум 4 посылок РБ); | | Не менее 0,95 | 1 |
| | – вероятность получения решения с ошибкой лучше 5 км; | | Не менее 0,95 | 1 |
| | – погрешность независимого определения местоположения | | Нет требования, оценка | 0,6 км |
| | В.15: Характеристики работы РК–СМ–МКА в режиме «регенерация» с варьируемой мощностью сигналов РБ:<br>– вероятность получения достоверного решения; | Положительный | Не менее 0,95 (требование к НИОСПОИ) | 1 |
| | – вероятность приема достоверного сообщения; | | Не менее 0,75 | 0,75 при ЭИИМ = 24 дБмВт |
| | – вероятность приема полного сообщения; | | Не менее 0,75 | 0,75 при ЭИИМ = 24 дБмВт |
| | – вероятность допплеровской обработки; | | Не менее 0,95 | 1 с ЭИИМ = 22 дБмВт |
| | – ошибка независимого определения местоположения | | Нет требования, оценка | 0,2–1,2 км (SARP1);<br>0,7–0,9 км (совм. SARP–SARR2) |

[1] Search and Rescue Processor — аппаратура регенерации КОСПАС–САРСАТ.
[2] Search and Reascue Repeater — аппаратура ретрансляции КОСПАС–САРСАТ.

Рисунок. Место аварийной посадки самолета Airbus 15 августа 2019 г.

сценариях с учетом возможных потерь давно вышедших за срок активного существования КА типа SARSAT среднее значение задержки времени для всех комбинаций КА с КА «Коспас-14» составляет менее 1,5 ч на экваторе (наихудшая точка), тогда как любые комбинации КА НССПС без КА «Коспас-14» приводят к росту этого значения до 2,5 ч на линии экватора. В случае оценки 95 % вероятности, а не среднего значения, эти цифры вырастают до 4 ч и 6,5 ч на экваторе соответственно. Это говорит о бесспорной необходимости и целесообразности использования КА «Коспас-14» в системе КОСПАС–САРСАТ, что стало возможным после проведения комиссионных испытаний.

Ранним и интересным подтверждением возможностей КА «Коспас-14» стал авиационный инцидент с аварийной посадкой самолета Airbus A321-211 вблизи аэродрома Жуковский 15 августа 2019 г. (см. рисунок), когда КА был еще на летных испытаниях. На воздушном судне были установлены два радиомаяка и оба АРМ были активированы.

Сообщение об аварии было принято российскими наземными средствами при непосредственном приеме в ходе сеанса со средствами главного конструктора в МСК. Погрешность определения координат составила 0,29 км. К счастью, инцидент обошелся без пострадавших.

С 5 октября 2020 г. КА «Коспас-14» используется в системе КОСПАС–САРСАТ по целевому назначению, на станциях наземного сегмента постепенно обновляется программное обеспечение. Российские специалисты осуществляют поддержку и проводят консультации с коллегами из-за рубежа. Прием данных КА «Коспас-14» постепенно становится рутинной работой у операторов наземного сегмента, а сообщениями о бедствии, полученными при работе с этим КА, уже пользуются в центрах поиска и спасания. Словосочетание «КОСПАС–САРСАТ», ставшее названием системы и соответствующей программы, снова обретает полноценный смысл.

## Список литературы

1. COSPAS–SARSAT LEOSAR space segment commissioning standard C/S (T.004). Issue 2, revision 4. 2016. 42 p. https://cospas-sarsat.int/images/stories/SystemDocs/Current/T004-DEC-2016.pdf
2. Description of the 406-MHz payloads used in the COSPAS–SARSAT LEOSAR SYSTEM C/S (T.003). Issue 5. 2018. 70 p. https://cospas-sarsat.int/images/stories/SystemDocs/Current/T003-FEB-2018.pdf
3. EWG-5C/2020/4/1. Attachment 1 «Cospas-14 LEOSAR space segment commissioning report». December 2020. 79 p. https://cospas-sarsat.int/pdf_uploads/223/EWG-5C-2020-0401-Att-1.pdf
4. EWG-1C/2020/Inf.1. «LEOSAR system performance and possible impacts on MEOSAR IOC». September 2020. 14 p. https://cospas-sarsat.int/pdf_uploads/219/EWG-1C-2020-Inf-01_h4d8g.pdf