



УДК 621.396

СЕТЬ СБОРА И ОБРАБОТКИ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ЭЛЕКТРО» И «АРКТИКА-М»

И. М. Бадаев¹, В. И. Денисова², Е. А. Козинин¹, А. Ю. Маначина¹, В. И. Пастарнак¹, А. В. Цургаев²¹АО «НПО Лавочкина»²Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова (ИПГ), Москва, Россия

Представлены принципы построения и задачи наземных комплексов приема и обработки данных от космических систем «Электро» и «Арктика-М». Рассмотрены вопросы построения и функционирования сети сбора и обработки информации от приборов гелиогеофизического аппаратного комплекса, установленного на космических аппаратах (КА) серии «Электро-Л», создаваемых Госкорпорацией «Роскосмос».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС ПРИЕМА, ОБРАБОТКИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ, ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ.

EDN: OKDALP

1. ВВЕДЕНИЕ

В рамках Федеральной космической программы России 2016-2024 гг. выполнено развертывание геостационарной гидрометеорологической космической системы (ГГКС) «Электро» с тремя КА серии «Электро-Л», в том числе выполнено дооснащение наземного комплекса приема, обработки и распространения информации от космических аппаратов.

Научно-технический задел по ГГКС «Электро» может быть эффективно использован для создания нового класса систем глобального наблюдения Земли — высокоэллиптической гидрометеорологической космической системы (ВГКС(М)) «Арктика-М» (4КА), включающей четыре КА серии «Арктика-М» нацеленной на непрерывное детальное изучение стратегически важных для России приполярных областей, что невозможно реализовать геостационарной системой «Электро», а также перспективной ГГКС, создаваемой на базе КА серии «Электро-М».

В настоящей статье акцент сделан на особенности построения наземных средств обработки информации с ориентацией на космические аппараты «Электро-Л», функционирующих на геостационарных орбитах и «Арктика-М» — на высокоэллиптических орбитах. Большое внимание уделено вопросу использования полученной и обработанной информации в интересах конкретных потребителей в части гелиогеофизической информации.

Электронная почта авторов для переписки:

Бадаев Илья Михайлович, e-mail: badaevim@laspace.ru;
Денисова Валентина Ивановна, e-mail: denisova@ipg.geospace.ru;
Козинин Евгений Александрович, e-mail: kozininea@laspace.ru;
Маначина Александра Юрьевна, e-mail: manachinaaiu@laspace.ru;
Пастарнак Вячеслав Иванович, e-mail: pastarnakvi@laspace.ru;
Цургаев Алексей Викторович, e-mail: tsurgaev@ipg.geospace.ru.

<https://elibrary.ru/okdalp>Адрес редакции журнала
«Гелиогеофизические исследования»:

ФГБУ «ИПГ»
129128; Россия, Москва
ул. Ростокинская, 9.
mail: vestnik@ipg.geospace.ru

2. ГЕОСТАЦИОНАРНАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «ЭЛЕКТРО»

ГГКС «Электро» предназначена для информационного обеспечения задач оперативной метеорологии, гидрологии, агрометеорологии, мониторинга климата и окружающей среды.

Задачей КА «Электро-Л» является получение многозональных цифровых изображений земного диска на фоне космоса, на основе которых формируются спутниковые гидрометеорологические продукты: глобальные карты облачности и подстилающей поверхности, температурные карты морской поверхности, карты перемещения облачных образований и т. п.

КА «Электро-Л» также решают задачи получения гелиогеофизических данных на высоте орбиты с последующей передачей их в наземный комплекс приема, обработки и распространения информации (НКПОР-Э), ретрансляции метеоданных с платформ сбора данных и других видов целевой информации.

Возможности бортовой целевой аппаратуры позволяют обеспечить:

- квазинепрерывное наблюдение всего земного диска (частота получения глобальной информации – 0.5 часа);

- непрерывное получение гелиогеофизической информации на высоте орбиты;

- ретрансляцию метеорологических данных с платформ сбора данных;

- ретрансляцию обработанной метеорологической информации и массивов цифровой информации;

- ретрансляцию сигналов от аварийных буйев системы КОСПАС-САРСАТ.

Передача информации с КА «Электро-Л» на пункты приема производится:

- круглосуточно, с интервалом 0.5 часа (15 минут в учащенном режиме) в части информации, сформированной бортовой системой сбора данных (БССД) от многозонального сканирующего устройства геостационарного спутника (МСУ-ГС), гелиогеофизического аппаратного комплекса (ГГСК-Э) и бортового комплекса управления;

- непрерывно, в части гелиогеофизической информации от ГГСК-Э;

- круглосуточно, в соответствии с циклограммой ретрансляции различных видов целевой информации.

Покрытие земной поверхности зонами обзора КА «Электро-Л» представлено на рисунке 1 (1, 2, 3 – точки стояния КА «Электро-Л»).

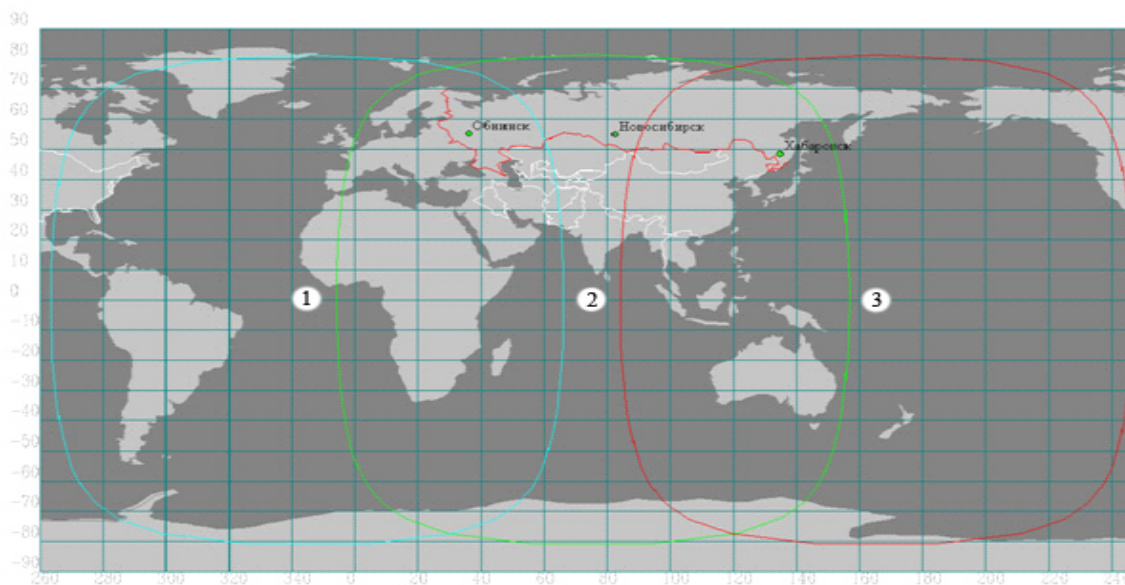


Рис. 1. Покрытие земной поверхности зонами обзора КА «Электро-Л»

НКПОР-Э осуществляет прием, обработку, накопление и распространение всех видов целевой информации, передаваемой и ретранслируемой с КА «Электро-Л», планирование и контроль работы

целевой аппаратуры и средств приема и обработки данных наземного комплекса, выдачу необходимых данных для управления КА в наземный комплекс управления (НКУ-Э).

НКПОР-Э создан с учетом совместимости по информационным продуктам с космическими аппаратами международной метеорологической спутниковой системы и представляет собой административную территориально-распределенную систему, составные части которой расположены в различных регионах Российской Федерации [Норенков, 2000].

Область применения информационных продуктов:

- анализ и прогноз погоды в региональном и глобальном масштабах;
- анализ и прогноз состояния акваторий морей и океанов;
- анализ и прогноз условий для полетов авиации;
- анализ и прогноз гелиогеофизической обстановки в околоземном космическом

пространстве, состояние ионосферы и магнитного поля Земли;

- мониторинг климата и глобальных изменений;
- контроль чрезвычайных ситуаций;
- экологический контроль окружающей среды и др.

Укрупненная схема территориального размещения составных частей сети сбора и обработки гелиогеофизической информации (СГГИ) в составе НКПОР-Э представлена на рис. 2.

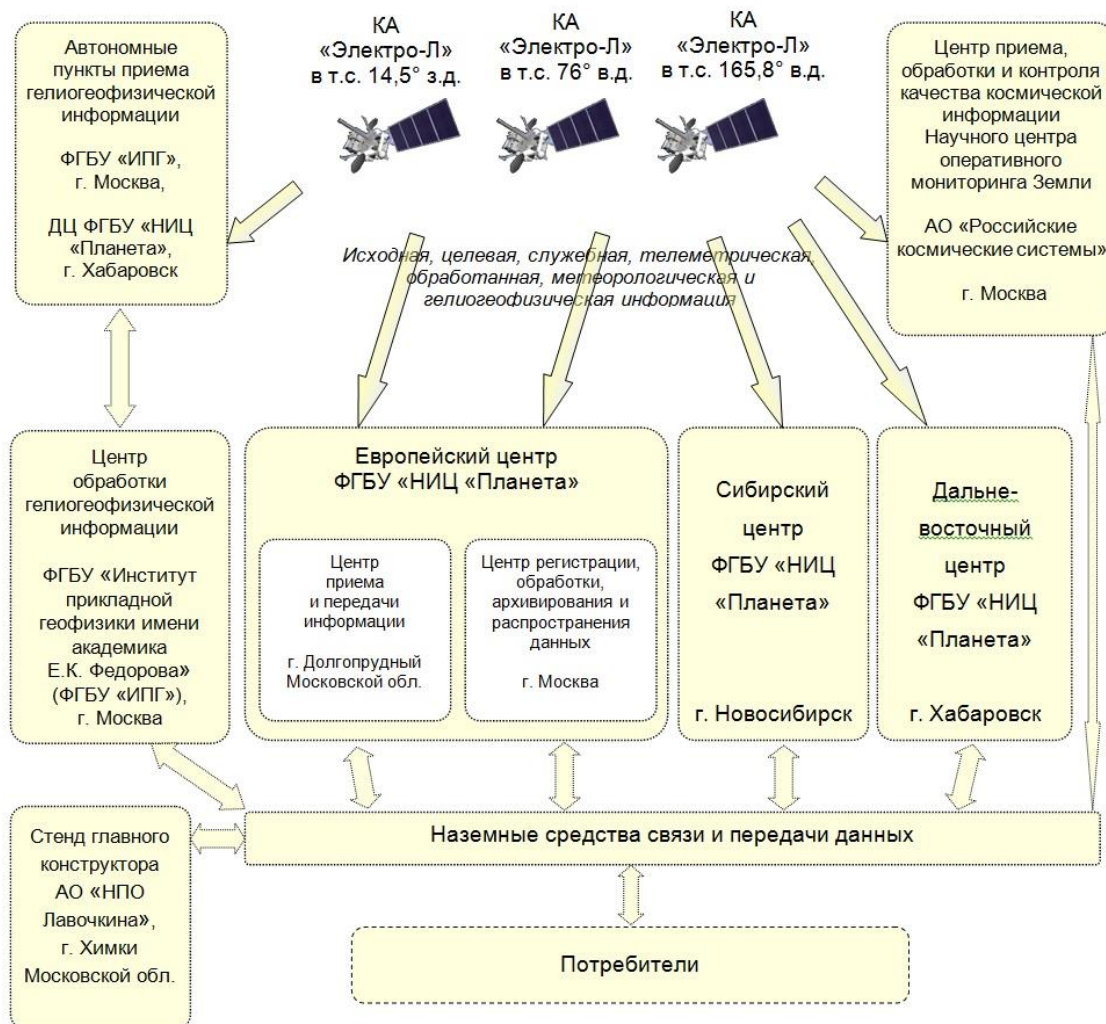


Рис. 2. Укрупненная схема территориального размещения составных частей СГГИ
Высокоэллиптическая гидрометеорологическая космическая система «Арктика-М»

ВГКС «Арктика-М» с орбитальной группировкой в составе двух аппаратов предназначена для информационного обеспечения решения задач оперативной метеорологии, гидрологии, агрометеорологии, мониторинга климата и окружающей среды.

ВГКС «Арктика-М» имеет принципиальные отличия от ГГКС «Электро»:

- движение КА во время съемки осуществляется по высокоэллиптической орбите;
- в ВГКС на рабочих участках попеременно будут функционировать 2 КА;
- обеспечивается непрерывная круглосуточная съемка арктического региона Земли выше 60° с.ш., недоступного для наблюдения с геостационарной орбиты, при зенитных углах съемки не более 70° ;
- материалы съемки для тематической обработки в первую очередь требуются российским потребителям.

Космические аппараты «Арктика-М» № 1, 2, входящие в состав орбитальной группировки ВГКС «Арктика-М», обеспечивают выполнение следующих основных целевых задач:

- многоспектральная съемка облачности и подстилающей земной поверхности в пределах всего наблюдаемого диска Земли с периодичностью 30 минут (штатный режим) и 10-15 минут (учащенный режим);
- передача на пункты приёма информации данных многоспектральной съемки, оперативно-контрольной и гелиогеофизической информации;
- сбор и передача на пункты приёма информации гелиогеофизических данных;
- сбор и передача данных с платформ сбора данных;
- ретрансляция сигналов аварийных буев системы КОСПАС-САРСАТ.

Покрытие земной поверхности зонами обзора КА «Арктика-М» представлено на рисунке 3 (1, 2 – положения КА на орбите).

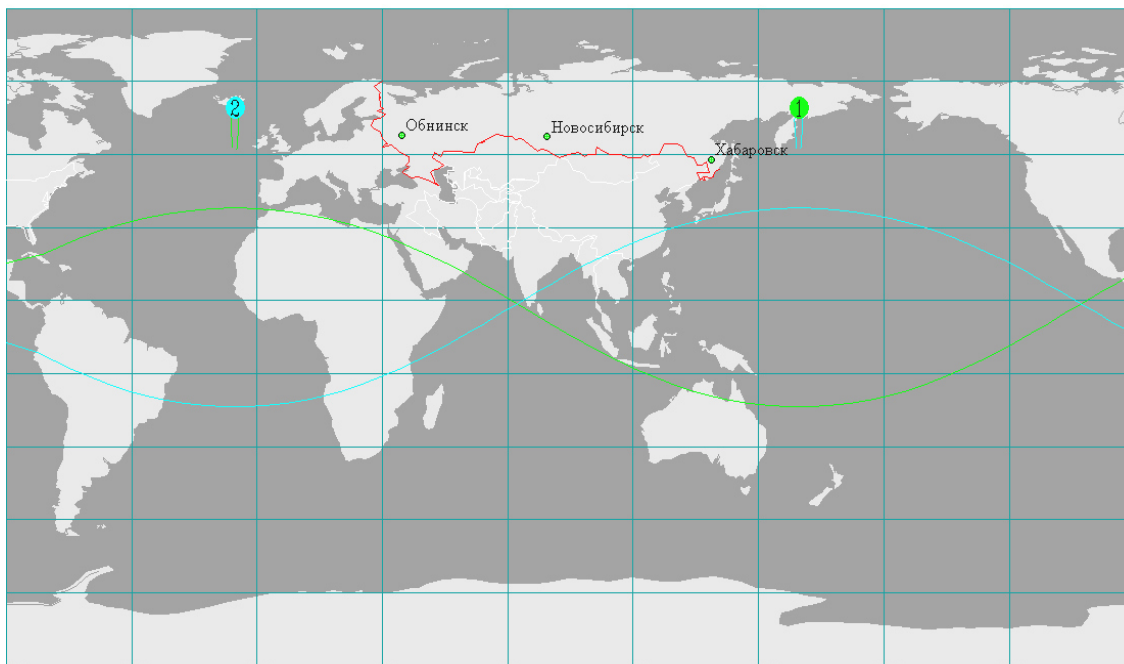


Рис. 3. Покрытие земной поверхности зонами обзора КА «Арктика-М»

Прием, обработку данных и комплексное планирование информационного ресурса ВГКС осуществляет НКПОР-АМ, представляющий собой административную территориально-распределенную систему, составные части которой расположены в различных регионах Российской Федерации.

Укрупненная схема территориального размещения составных частей СГГИ в составе НКПОР АМ (СГГИ-АМ) представлена на рисунке 4.

СГГИ-АМ представляет собой средства СГГИ, созданные в рамках ОКР «Электро» и доработанные для приема и обработки ГГИ и ВГГИ с КА «Арктика-М».

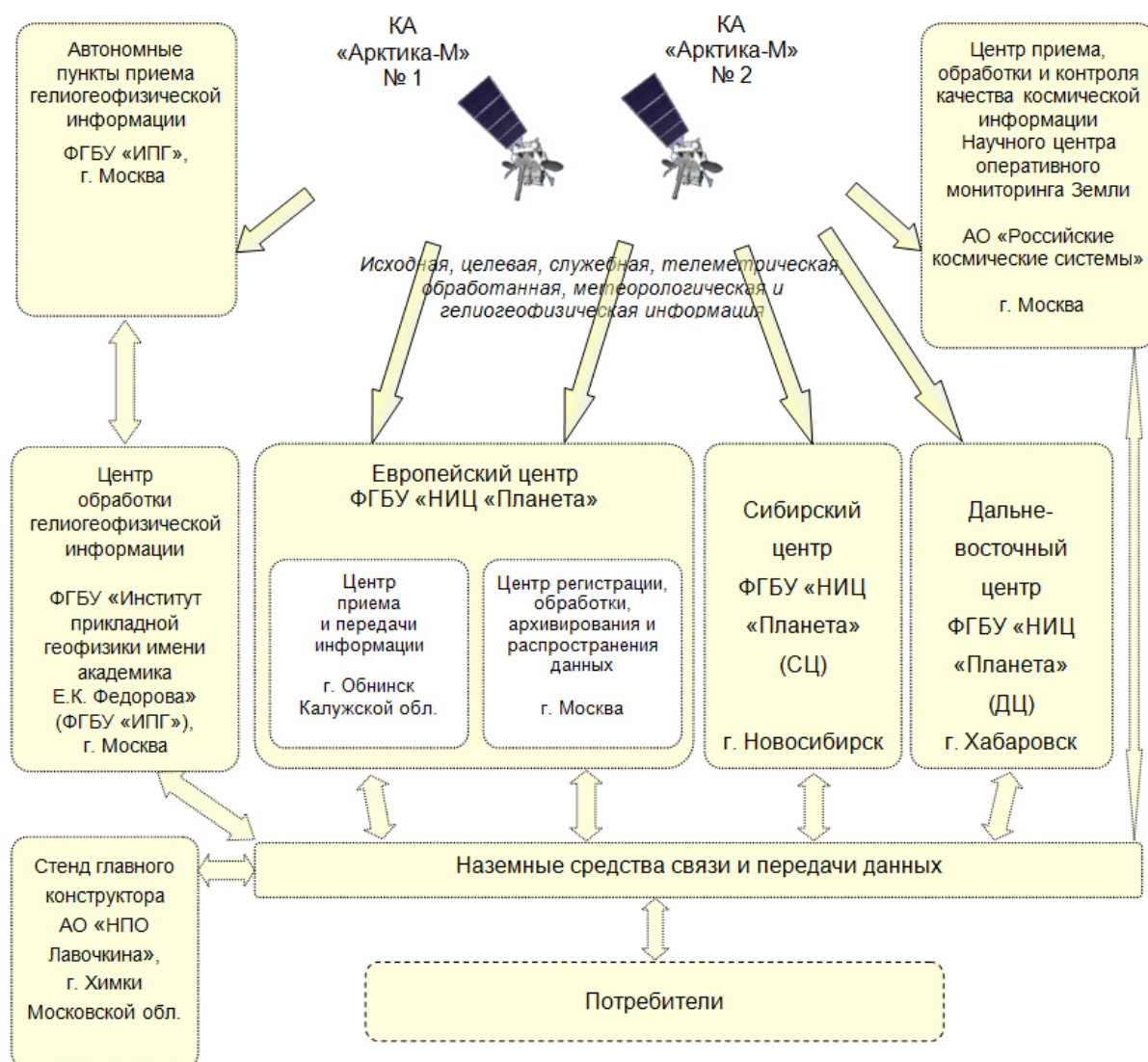


Рис. 4. Укрупненная схема территориального размещения составных частей СГГИ-АМ

При получении, приеме и обработке гелиогеофизической информации (ГГИ) от КА «Арктика-М» имеют место следующие отличительные особенности:

- накопление ГГИ (ВГГИ) происходит непрерывно на всем протяжении времени движения
- КА по орбите (вне зоны радиовидимости наземных пунктов приема);
- передача ГГИ с КА на автономные пункты приема гелиогеофизической информации (АППИ Г) происходит только на рабочих участках орбиты в течение 6 часов, далее БРТК выключается на 6 часов облета вокруг Земли до начала следующего рабочего участка орбиты;
- передача ВГГИ происходит штатно только на рабочих участках орбиты в течение 6 часов, при этом на первом сеансе приема целевой информации от КА на следующем рабочем участке орбиты на станции приема целевой информации от КА передается ВГГИ,
- накопленная за 6 часов облета вокруг Земли;
- обработка ГГИ и ВГГИ происходит аналогично как и от КА «Электро-Л», но от другого состава приборов и с учетом указанного выше режима поступления информации.

3. НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ, И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ СЕТИ СБОРА И ОБРАБОТКИ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

СГГИ создана для работы в составе НКПОР-Э с целью накопления и обработки гелиогеофизической информации и обеспечивает выполнение следующих задач:

- получение гелиогеофизической информации (ГГИ) от территориально разнесенных автономных пунктов приема гелиогеофизической информации (АППИ Г);
- прием выборки гелиогеофизической информации (ВГГИ), оперативно-контрольной информации (ОКИ), информации сопровождения (ИСО), исходных данных (ИД) из Европейского (ЕЦ), Сибирского (СЦ), Дальневосточного (ДЦ) центров ФГБУ «НИЦ «Планета» и Центра приема, обработки и контроля качества космической информации (ЦПО и КККИ);
- хранение ГГИ и ВГГИ, ОКИ, ИСО, ИД для обеспечения возможности повторной обработки в течение не менее 10 лет (до 30 лет на внешних носителях);
- корреляционную обработку ГГИ;
- координацию и управление составными частями СГГИ;
- предоставление доступа к информации заинтересованным потребителям.

СГГИ предусматривает расширение для работы с другими КА («Арктика М», «Электро-М» и др.).

СГГИ включает в себя (см. рис. 1):

- центр приема, обработки гелиогеофизической информации и управления СГГИ (ЦГГИ), находящийся в ФГБУ «ИПГ», г. Москва);
- АППИ Г для приёма в квазинепрерывном режиме и передачи в ФГБУ «ИПГ» ГГИ с КА «Электро Л» в точках стояния:
 - 14,5° з.д. (2 шт. – в ФГБУ «ИПГ», г. Москва),
 - 76° в.д. (2 шт. – в ФГБУ «ИПГ», г. Москва),
 - 165,8° в.д. (2 шт. – в ДЦ, г. Хабаровск);
- АППИ Г/А для приёма в квазинепрерывном режиме и передачи в ФГБУ «ИПГ» ГГИ с КА «Арктика М»:
 - 1 шт. в ФГБУ «ИПГ», г. Москва,
 - 1 шт. в ФГБУ «ИПГ», д. Тимохово;
- приёмо-передающие и аппаратно-программные средства ЕЦ, СЦ, ДЦ и ЦПО и КККИ для приема с КА «Электро-Л» и передачи в ФГБУ «ИПГ» ВГГИ, накопленной между съемками МСУ-ГС (привлекаются функционально);
- средства связи и передачи данных (ССПД, привлекаются функционально).

В настоящее время СГГИ функционирует с КА «Электро-Л» № 2, № 3 и №4, КА «Арктика-М» №1 и №2, в конце 2024 г. запланирован запуск КА «Электро-Л» № 5. Далее планируется расширение СГГИ и обработка информации с КА «Арктика-М» (4КА) и «Электро-М», на которых также устанавливается ГГАК. В перспективе состав приборов ГГАК КА «Электро-М» и модернизированных КА серии «Арктика-М», а также объем получаемой от них информации будет расширен. Кроме того, в случае реализации других космических проектов, СГГИ сможет обрабатывать информацию от серии малых КА с аналогичными приборами ГГАК при соответствующих доработках.

В состав ГГАК-Э, установленных на КА «Электро-Л» входят следующие приборы:

- спектрометр корпускулярных излучений (СКИФ-6);
- спектрометр солнечных космических излучений (СКЛ-Э);
- детектор галактических космических излучений (ГАЛС-Э);
- измеритель ультрафиолетового излучения Солнца (ВУСС-Э);
- измеритель потока рентгеновского излучения Солнца (ДИР-Э);
- магнитометрическая аппаратура (ФМ-Э);
- измеритель солнечной постоянной (ИСП-2М);
- интерфейсный электронный блок формирования кадра информации (БНД-Э).

Управление всеми приборами комплекса ГГАК-Э осуществляется через блок накопления данных (БНД-Э), обеспечивающий сбор информации со всех измерительных приборов комплекса.

Основные технические характеристики ГГАК Э:

1) СКИФ-6 обеспечивает измерение:

- дифференциальных энергетических спектров высокоэнергетических электронов и протонов в диапазоне энергий 0,05...20 кэВ;
- интегральной интенсивности потоков электронов > 40 кэВ, протонов > 0,8 МэВ.

2) СКЛ-Э обеспечивает измерение:

- плотности потока электронов с отстройкой от фона протонов в энергетических интервалах от 0,15 до 0,35 МэВ, от 0,35 до 0,6 МэВ, от 0,6 до 1,0 МэВ, от 1,0 до 2,0 МэВ, от 2,0 до 4,0 МэВ, от 4,0 до 10,0 МэВ;
- плотности потока протонов с отстройкой от фона электронов в энергетических интервалах от 2 до 4 МэВ, от 4 до 9 МэВ, от 9 до 15 МэВ, от 15,0 до 30,0 МэВ, от 30,0 до 60,0 МэВ, от 60 до 100 МэВ, от 100 до 160 МэВ, более 160 МэВ, более 600 МэВ.

3) ГАЛС-Э обеспечивает измерение плотности потока протонов с энергиями более 600 МэВ в трех интегральных энергетических диапазонах.

4) ИСП-2М обеспечивает измерение интегрального потока солнечной радиации в спектральном диапазоне от 0,2 до 100 мкм, в энергетическом диапазоне от 700 до 1500 Вт/м² с постоянной времени не более 15с.

5) ДИР-Э обеспечивает измерение интенсивности потока энергии мягкого рентгеновского излучения Солнца в диапазоне энергий от 3,0 до 8,0 кэВ (возможность обеспечения измерений в диапазоне энергий от 3,0 до 10,0 кэВ) в динамическом диапазоне от $4,8 \times 10^{-9}$ до $4,8 \times 10^{-6}$ Вт/м² (для 3 кэВ) и от $12,8 \times 10^{-9}$ до $12,8 \times 10^{-6}$ Вт/м² (для 8 кэВ) с отстройкой от фона заряженных частиц.

6) ВУСС-Э обеспечивает измерение интенсивности потока излучения Солнца в резонансной линии водорода H α (121,6 нм) в динамическом диапазоне от $(1-30) \times 10^{-3}$ Вт/м².

7) ФМ-Э обеспечивает измерение трех компонент вектора магнитной индукции геомагнитного поля.

В составе ГГАК-ВЭ используются приборы со следующими характеристиками:

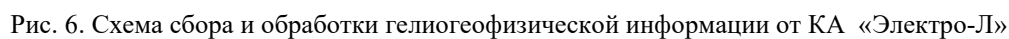
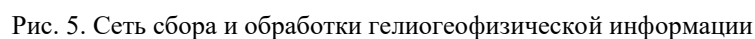
- объединенный спектрометр корпускулярных излучений СКИФ/ВЭ, предназначенный для измерения дифференциальных энергетических спектров низкоэнергичных электронов и протонов в диапазоне энергий от 0,05 до 20,0 кэВ, а также измерения спектров электронов с отстройкой от фона протонов в энергетическом интервале от ~ 0,1 до 10 МэВ, спектров протонов с отстройкой от фона электронов в энергетическом интервале от ~ 1,0 до 100,0 МэВ и α -частиц от ~ 9,0 до 50,0 МэВ, электроны > 40 кэВ, протоны > 0,5 МэВ;
- спектрометр галактических космических лучей ГАЛС-ВЭ, предназначенный для измерения плотности потока протонов галактического космического излучения с энергией более 600 МэВ, суммарной плотности потока электронов с энергией более 0,15, более 0,7, более 1,7 и более 3,2 МэВ и плотность потока протонов с энергией более 5, 15, 25 и 40 МэВ соответственно;
- магнитометрическая аппаратура ФМ-ВЭ, предназначенная для измерения трех компонент вектора магнитной индукции; диапазон измерений ± 65 мТл; отклонение от перпендикулярности магнитных осей блока датчиков $\pm 0,1$ град.

4. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СГГИ

СГГИ (см. рис. 2, 5 и 6) позволяет накапливать и обрабатывать в интересах потребителей гелиогеофизическую информацию (ГГИ и ВГГИ), формируемую в ГГАК-Э на космических аппаратах «Электро-Л» и в ГГАК-ВЭ на космических аппаратах «Арктика-М», а также необходимую для их обработки служебную информацию в Едином банке данных из территориально разнесенных пунктов приема – центров НКПОР-Э/НКПОР-АМ. Связь между центрами НКПОР обеспечивают ССПД, а в качестве среды передачи данных используется сеть Интернет. Каналообразующей аппаратурой являются маршрутизаторы [Олифер и Олифер, 2004].

Данные ГГИ принимаются в составе транспортного потока на приемных станциях АППИ-Г (АППИ-Г/А) и далее через ССПД поступают в Единый банк данных (ЕБД).

Данные ВГГИ принимаются в составе транспортного потока на следующих приемных станциях: станция космической связи (СКС 8/7) и станции приема космической информации (СПКИ и СКС-ПРМ-АМ) в центрах НКПОР-Э/НКПОР-АМ. Выделение ВГГИ из транспортного потока БССД выполняется комплексами структурного восстановления информации (КСВ) и комплексами обработки



информации (КОИ-АМ). Далее ВГГИ программно-техническими средствами КПТС РОАРИ/КПТС РОАРИ-АМ и КАПС ОККРКИ выкладываются на ftp-серверы ЕЦ ФГБУ «НИЦ «Планета» и НЦ ОМЗ АО «Российские космические системы», откуда ВГГИ становится доступной для копирования и записи в ЕБД, расположенном в ЦГТИ (ФГБУ «ИПГ») для дальнейшей обработки в интересах потребителей [Кучерявый, 2004].

Часть служебной информации (СИ), необходимой для обработки ГГИ и ВГГИ, а также мониторинга работы ГГAK-Э/ГГAK-ВЭ и составных частей СГГИ, поступает из центральной базы данных СИ НКПОР-Э/НКПОР-АМ, расположенной в ЦРОАРД (расписания и ограничения в работе БЦА КА и НКПОР, НУ, ОКИ, ИСО и т.д.).

Информация в ЕБД хранится в виде структурированных упорядоченных файлов и массивов данных в БД ГГИ и БД СИ, что облегчает их накопление, обработку, поиск, выборку и предоставление потребителям.

В процессе получения данных в Едином банке данных оператор РМО-У (см. рис. 7) отслеживает непрерывность процесса накопления ГГИ, ВГГИ и СИ, а также на основании СИ осуществляется мониторинг работы ГГAK-Э/ГГAK-ВЭ и технических средств СГГИ. Оператор РМО-Г (см. рис. 8) отслеживает результаты процессов обработки ГГИ и ВГГИ. В целом СГГИ функционирует круглосуточно автоматически, операторы выполняют работу по парированию отказов, нештатных ситуаций и мониторинг работы СГГИ. Технический персонал выполняет работы по настройке, обслуживанию и проведению регламентных и ремонтных работ составных частей СГГИ. Для поддержания заданных характеристик надежности в составных частях СГГИ предусмотрено резервирование, а также используются комплекты запасных частей, инструмента и принадлежностей (ЗИП).

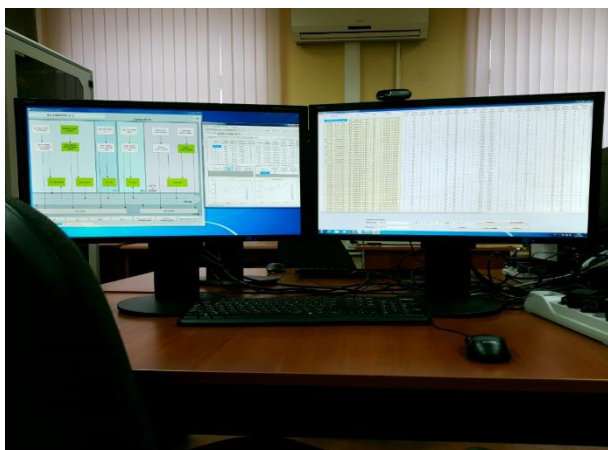


Рис. 7. Рабочее место оператора управления

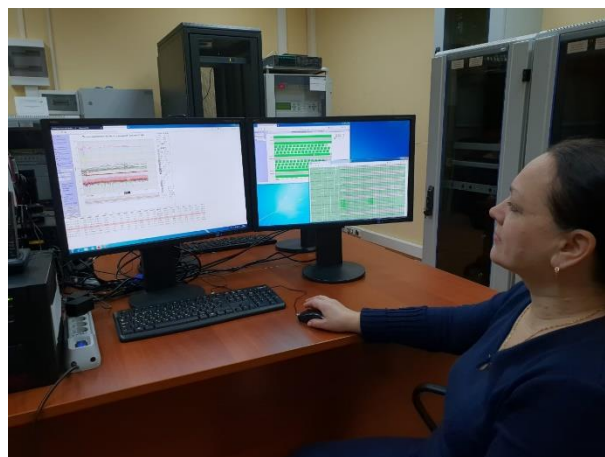


Рис. 8 – Рабочее место оператора геофизика, справа и впереди аппаратные стойки АППИ-Г и Единого банка данных

Также для функционирования СГГИ используется имитационно-моделирующий стенд главного конструктора (ИМС ГК) предназначенный для выполнения следующих задач:

разработка (доработка), отладка специального программного обеспечения (СПО), входящего в состав СГГИ;

разработка и корректировка конструкторской и программной документации на СЧ СГГИ;

сопровождение, удаленный мониторинг СПО и аппаратно-программных средств СГГИ;

отработка взаимодействия СПО составных частей НКПОР, предназначенных для работы с КА «Электро-Л», между собой посредством имитации (в части функционала) работы сквозного информационного тракта ГГИ;

анализ нештатных ситуаций в части изделий сквозного информационного тракта ГГИ в целом (исследование причин их возникновения) и парирование сбоев;

подготовка операторов к проведению испытаний и эксплуатации СГГИ

на этапах автономных, комплексных, а также летных испытаний и эксплуатации ГГКС «Электро» и др. космических систем.

Основные особенности и правила предварительной обработки ГГИ

Цели предварительной обработки ГГИ

Предварительная обработка ГГИ заключается в представлении полученной информации в виде таблиц в БД. Цели предварительной обработки [Клейнрок, 1979]:

- выделять максимальное количество информации из всего объема полученных данных;
- отбрасывать заведомо сбойную информацию;
- отбрасывать информацию, сбойную по косвенным признакам;
- при наличии конфликтующей информации выделять наиболее корректный вариант, или отбрасывать конфликтующую информацию, если такого варианта нет;
- загружать информацию, прошедшую все проверки, в БД в виде таблицы (или таблиц);
- уточнять информацию, загруженную в БД, по всему объему полученной информации за интервал времени (в случае приема дополнительной информации, относящейся к ранее загруженному интервалу времени).

Под заведомо сбойной информацией подразумеваются кадры, содержащие неправильную контрольную сумму или ошибки в структуре кадра. Контрольная сумма кадра S вычисляется согласно математическому выражению (1) и является арифметической суммой байт кадра с b_0 по b_{221} , представляя из себя 16-ти разрядное двоичное число. Вычисленная бортовой аппаратурой контрольная сумма кадра S записывается в двух последних байтах кадра (b_{222} , b_{223}) и также является 16-ти разрядным двоичным числом.

$$S = \sum_{n=0}^{221} b_n \quad (1)$$

При установлении достоверности принятых с КА кадров ГГИ наземными средствами производится вычисление контрольной суммы S и её сравнение с записанной контрольной суммой S .

Информация является сбойной по косвенным признакам, если при правильной контрольной сумме и структуре кадров имеются нарушения в последовательности меток времени, сквозной нумерации кадров, нумерации кадров, полученных от определенного прибора, структуры секундных записей, нумерации секундных записей. По косвенным признакам данные кадра могут быть отброшены целиком или частично.

Информация является конфликтующей, если присутствует несколько экземпляров принятого кадра, не распознанные, как сбойные, принятые с одного (если сеанс приема предполагает прием нескольких копий информации, или если предполагается несколько сеансов связи с перекрытием ГГИ) или с разных ППИ, которые не совпадают между собой. Определять корректность конфликтующей информации предлагается по мажоритарному принципу (остается тот экземпляр информации, количество копий которого максимально).

Наличие конфликтующей информации может свидетельствовать о большом количестве помех во время приема, поэтому имеет смысл помечать соответствующие временные интервалы, как потенциально сбойные.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ГГИ

Для последующей (тематической) обработки требуется хранить лишь один экземпляр наиболее достоверных данных за интервал времени. Для целей сбора статистики требуется хранить также метаинформацию (номера витков и продолжительность сбросов, ППИ и т.п.). Для возможности первичной обработки накладывающейся ГГИ требуется хранить все экземпляры исходной информации за требуемый интервал времени. Это может потребовать увеличения размера БД в несколько раз. Поскольку время, прошедшее от времени сброса ГГИ до ее загрузки в БД невелико, а исходная информация все равно архивируется, предлагается хранить эту часть информации в отдельных таблицах ограниченное время (например, неделю).

В случае необходимости повторной загрузки ГГИ в БД или в случае первичной загрузки ГГИ, не загруженной в БД вовремя, возможно предварительно извлечь из архива всю пришедшую исходную ГГИ за требуемый интервал для более точной вторичной обработки.

6. КОСВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ СБОЙНОЙ ГГИ

Каждый кадр имеет специальные контрольные поля, значения которых подчиняются определенным правилам:

- значение глобального серийного номера кадра должно строго возрастать;
- значения локальных серийных номеров кадров для каждого прибора должно строго возрастать;
- значения метки времени кадра должно возрастать для общего потока кадров, но может повторяться в кадрах от разных приборов;
- значения полей заполнения должно соответствовать документированным значениям;
- значения источника информации для кадра и для содержащихся в нем записей должны соответствовать друг другу;
- формат и значения контрольных полей записей должен соблюдаться;
- серийные номера секундных записей должны строго возрастать для каждого прибора;
- значения всех указанных выше счетчиков должны принимать все возможные значения по порядку для последовательных кадров или записей.

Нарушения любого правила может считаться косвенным признаком сбойного кадра. Однако могут быть исключения. Например, известный сбой одного из счетчиков (залипание бита) может быть учтен в предварительной обработке и не вызывать определение кадра, как сбойного. В этом случае изначальное правило для сбойного счетчика должно быть скорректировано соответствующим образом.

7. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ОБРАБОТКА

Из установленных правил для контрольных полей следуют определенные математические соотношения между значениями этих полей в кадрах и записях, которыми возможно пользоваться для упрощения процедуры проверки. При этом проверка кадра состоит в том числе в проверке корреляции между служебными полями анализируемого кадра и соседних кадров. Данные математические соотношения могут меняться время от времени (при перезапуске БНД или какого-нибудь прибора), что необходимо учитывать.

8. КОНФЛИКТУЮЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Каждый неделимый участок записи ГГИ может быть помечен, как более или менее надежный, в зависимости от наличия или отсутствия конфликтующей информации. Могут быть следующие пометки:

- часть записи присутствует в нескольких экземплярах, конфликтов нет;
- часть записи присутствует в нескольких экземплярах, есть конфликты, значение выбрано по мажоритарному принципу;
- часть записи присутствует в единственном экземпляре;
- часть записи отсутствует из-за имеющегося конфликта, который невозможно разрешить по мажоритарному принципу.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По рассмотренным исследованиям можно сделать следующие выводы.

1. Системы геостационарного типа с КА «Электро-Л» и системы высокоэллиптического наблюдения Земли с КА «Арктика-М» имеют общие и отличительные принципы построения космических средств сбора и наземных средств обработки информации, используемых для создания сети сбора и обработки гелиогеофизической информации.

2. Рассмотрена важная задача – сбор, обработка, хранение и распространение гелиогеофизической информации, которая позволит всем заинтересованным организациям получить

оперативный доступ к гелиогеофизической информации с КА «Электро-Л», «Арктика-М», «Метеор-М», «Ионосфера», «Электро-М» и др. для решения собственных задач ввиду появления возможности совместной обработки информации от трёх КА «Электро-Л» и др. аналогичных КА одновременно, долгосрочного хранения (до 30 лет) и повторного использования измерений, полученных с высоты орбиты КА в целях научных исследований и решения прикладных задач для развития экономики Российской Федерации в результате получения более точных прогнозов и оценок влияния солнечно-земных связей и окружающего космического пространства на процессы развития жизни на Земле и работу технических средств.

ЛИТЕРАТУРА

- *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей. Учебник для ВУЗов. 4-е издание. М.: Изд. «НАУКА», 1969, 576 с.
- *Клейнрок Л.* Теория массового обслуживания: Пер. с англ. // Под ред. В.И. Нейман. М.: Машиностроение, 1979. 432 с.
- *Кучерявый Е.А.* Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет // СПб, Наука и Техника. 2004.
- *Норенков И.Т.* Телекоммуникационные технологии и сети. М.: Изд. МГТУ им. Баумана, 2000. 248 с.
- *Олифер Н.А., Олифер В.Г.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для ВУЗов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2004. 864 с.

A NETWORK OF COLLECTION AND PROCESSING OF HELIOGEOPHYSICAL INFORMATION FROM SPACE SYSTEMS "ELECTRO" AND "ARKTIKA-M"

Badaev I. M., Denisova V.I., Kozinin E.A., Manachina A.U., Pastarnak V.I., Tsurgaev A.V.

The article covers design concept and terms of reference of data acquisition and processing ground complexes obtained from ELECTRO and ARKTIKA-M space systems. It considers issues related to architecture and operation of network designed for collection and processing of data obtained from heliogeophysical hardware onboard of ELECTRO-L family SC built by Roscosmos State Corporation.

KEYWORDS: EARTH REMOTE SENSING; DATA ACQUISITION, PROCESSING AND DISTRIBUTION GROUND COMPLEX; HELIOGEOPHYSICAL DATA