

НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС ПРИЕМА ИНФОРМАЦИИ С МИКРОСПУТНИКОВ *L*- И *X*-ДИАПАЗОНОВ

**С. В. Лешкевич, В. А. Саечников, А. А. Спиридонов,
Е. В. Верхотурова, В. Р. Ермакович**

*Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь
LeshkevichS@bsu.by*

Приводится описание наземных комплексов приема и обработки информации, получаемой от целевой аппаратуры образовательных микроспутников и спутников дистанционного зондирования Земли, работающих в *L*- и *X*-диапазоне. Данные комплексы были разработаны на базе Центра аэрокосмического образования Белгосуниверситета для обеспечения подготовки высококвалифицированных специалистов космической отрасли Республики Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время аэрокосмические технологии оказывают нарастающее влияние на экономическое и социальное развитие, все аспекты жизнедеятельности госу-

дарства и общества. Эти технологии находят широкое применение в связи, сельском и лесном хозяйстве, картографии и геодезии, геологоразведке, гидрометеорологии, на транспорте, для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Аэрокосмические и ракетные системы являются ключевым звеном обеспечения безопасности государства. Динамичное развитие навигационно-информационных технологий и систем в мире, необходимость их широкого внедрения практически во все отрасли народного хозяйства и военной организации страны привело к созданию в Беларуси единой системы навигационно-временного обеспечения. В нашей стране в настоящее время также создается Белорусская космическая система дистанционного зондирования, которая рассматривается как основа космической отрасли Республики Беларусь.

Для координации деятельности системы подготовки и переподготовки кадров для аэрокосмической отрасли Беларуси был создан Центр аэрокосмического образования. Центр действует на базе Белорусского государственного университета, на факультете радиофизики и компьютерных технологий и позволяет обеспечить как подготовку так и переподготовку специалистов в областях, связанных с космическими технологиями и использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

На базе Центра аэрокосмического образования был создан наземный комплекс управления, приема и обработки данных образовательных микроспутников и спутников ДЗЗ, работающий в нескольких диапазонах частот. Данный комплекс предоставляет возможность студентам получить непосредственные практические навыки работы с приемо-передающей аппаратурой, а также навыки в получении, обработке и интерпретации научной и служебной информации с борта микроспутников.

НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ, ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ НАУЧНОЙ И СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МИКРОСПУТНИКОВ И ДАННЫХ СПУТНИКОВ ДЗЗ

Наземный комплекс включает:

1) комплексы управления, приема и обработки служебной информации (команд, телеметрии) от образовательных микроспутников и спутников ДЗЗ на основе приемо-передающих радиостанций *Kenwood TM-D710A* и *ICOM ID-1*, работающих в радиолюбительском диапазоне частот 137 и 435 МГц, а также 1,2 ГГц;

2) комплексы приема и обработки данных от целевой аппаратуры космических аппаратов ДЗЗ и образовательных микроспутников, работающие на частотах 1,7 и 8,2 ГГц, т. е. в *L*- и *X*-диапазонах;

3) программное обеспечение по управлению микроспутником, приему и обработке данных, полученных с целевой аппаратуры образовательных микроспутников и спутников ДЗЗ.

Приемо-передающие радиостанции *Kenwood TM-D710A* и *ICOM ID-1* были приобретены у соответствующих производителей. Это уже полностью завершенные и готовые к эксплуатации приборы: подключаешь и работаешь. Это является плюсом, если приемо-передающая часть – это всего лишь вспомогательный элемент, обслуживающий процесс получения информации. Однако для студентов это – «черный ящик». В студенческой лаборатории, где учащиеся должны приобрести практические навыки не только самого процесса получения и интерпретации информации, но и построения этого процесса, разработки и создания соответствующей аппаратуры, данная аппара-

тура должна быть показательной, прозрачной для понимания, модульной, модифицируемой.

Поэтому в Центре аэрокосмического образования были разработаны системы приема и обработки сигналов от спутников *L*- и *X*-диапазонов, полностью удовлетворяющие заявленным требованиям. Модульность делает систему прозрачной и гибко модифицируемой под конкретные задачи.

Комплексы приема и обработки данных *L*- и *X*-диапазонов позволяют получать информацию от целевой аппаратуры образовательных микроспутников и космических аппаратов ДЗЗ (научную информацию, данные ДЗЗ), передаваемую на частотах 1,7 Гц и 8,2 ГГц соответственно.

КОМПЛЕКС ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ *L*-ДИАПАЗОНА

L-диапазон – диапазон частот от 1 до 2 ГГц электромагнитного спектра. Радиолинии *L*-диапазона используются для передачи метеоизображений с разрешением около 1 км с полярных и геостационарных метеорологических спутников NOAA, GOES (США), «Метеор» (Россия), FY (Китай). METEOSAT (ESA), MTSAT (Япония). В этом диапазоне передавал на Землю целевую информацию спутник Московского государственного университета «Татьяна-2».

На рисунке 1 представлена система приема и обработки данных целевой аппаратуры микроспутников, работающая в *L*-диапазоне (частота 1,7 ГГц).

Данная система включает в себя:

- параболическую антенну диаметром 1,2 м;
- усилители;
- преобразователь частоты, состоящий из широкополосного квадратурного демодулятора AD8347 и синтезатора частоты ADF4360-3;
- специализированную плату для цифровой обработки сигналов на основе программируемой логической матрицы Cyclone II;
- аппаратно-программный комплекс (АПК) обработки информации;
- блок питания;
- контроллер подъемно-поворотного устройства G-5500;
- контроллер сопряжения с АПК GS-232A;
- двигатель угла места;
- двигатель азимута.

Запас по усилению тракта составляет около 50 дБ.

КОМПЛЕКС ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ *X*-ДИАПАЗОНА

X-диапазон в спутниковой радиосвязи – диапазон частот, лежащий примерно между 7 и 10,7 ГГц.

В настоящее время *X*-диапазон начинает широко использоваться не только спутниками ДЗЗ, но и малыми космическими аппаратами, в том числе и университетскими микроспутниками. В качестве примера можно привести американские спутники ДЗЗ TERRA и AQUA.

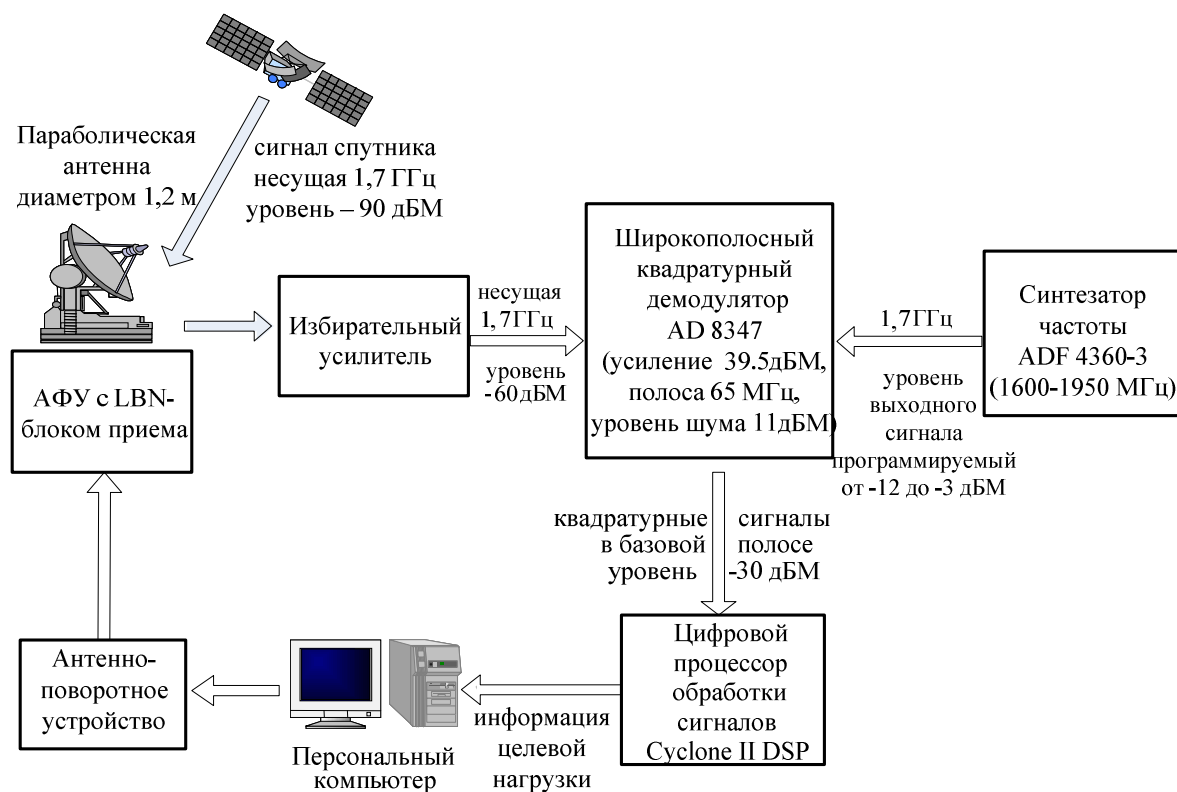


Рис. 1. Система приема и обработки данных микроспутников в частотном диапазоне 1,7 ГГц

Система приема и обработки данных целевой аппаратуры образовательных микроспутников и спутников ДЗЗ X-диапазона, показанная на рис. 2, включает в себя:

- параболическую антенну диаметром 1,2 м;
- блок приема и обработки сигналов X-диапазона, состоящий:
 - из усилителя HMC564LC4;
 - смесителя HMC219MS8;
 - генератора с буферным усилителем HMC358MS8G;
 - малошумящего усилителя HMC618LP3;
- кабельную систему (кабель RG58 и CELLFLEX 1/2");
- N-коннектор NF-LCF12-070;
- блок приема и обработки сигналов L-диапазона;
- аппаратно-программный комплекс обработки информации;
- блок питания;
- контроллер подъемно-поворотного устройства G-5500;
- контроллер сопряжения с АПК GS-232A;
- двигатель угла места;
- двигатель азимута.

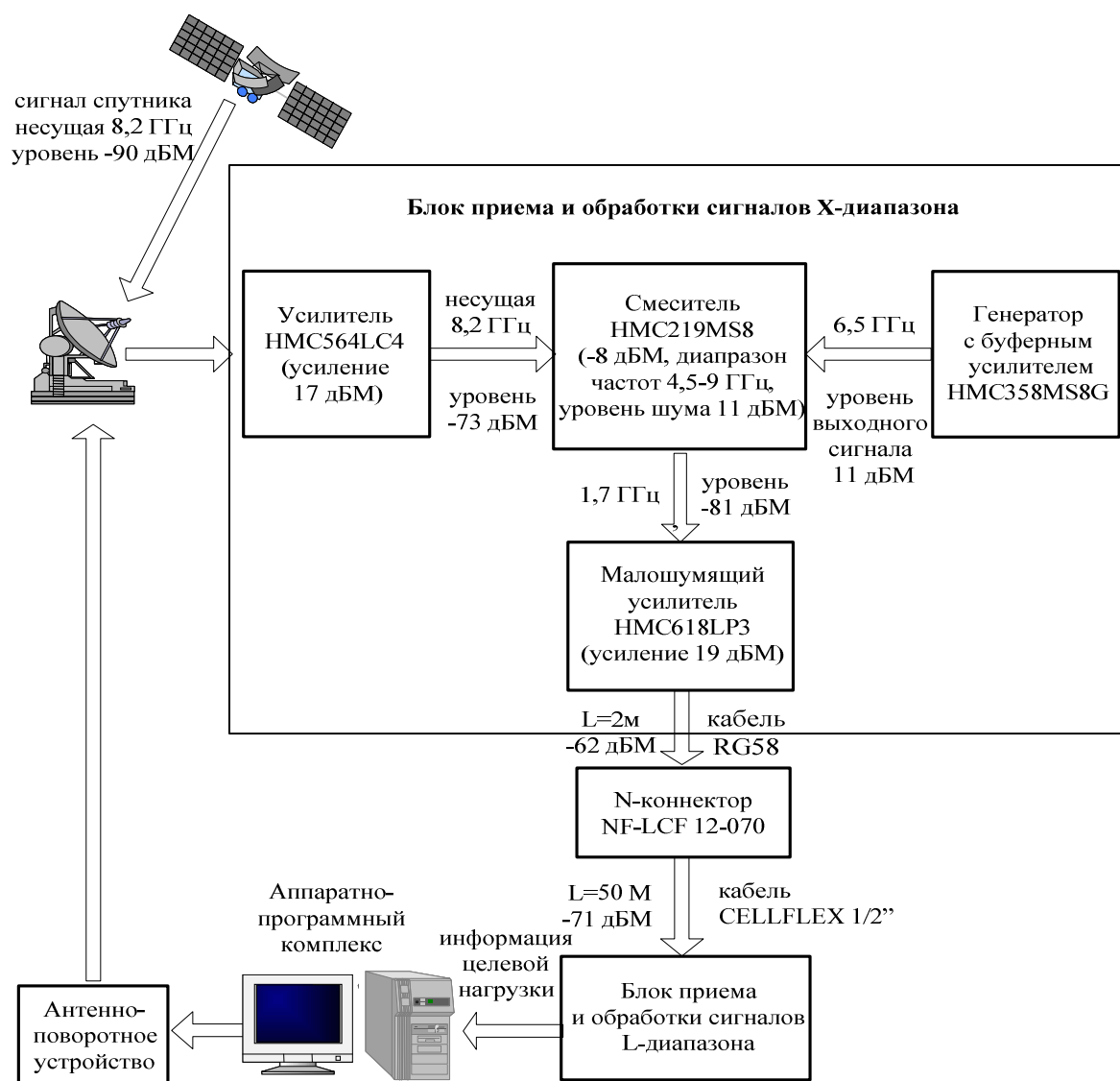


Рис. 2. Система приема и обработки данных микроспутников в частотном диапазоне 8,2 ГГц

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базе Центра аэрокосмического образования Белгосуниверситета был разработан и создан наземный комплекс управления, приема и обработки данных от образовательных микроспутников и спутников ДЗЗ. Данный комплекс включает как системы управления, приема и обработки служебной информации от микроспутников на основе приемо-передающих радиостанций *Kenwood TM-D710A* и *ICOM ID-1*, работающие на частотах 137, 435 МГц и 1,2 ГГц, так и системы приема и обработки данных от целевой аппаратуры космических аппаратов, работающие на частотах 1,7 и 8,2 ГГц, т. е. в *L*- и *X*-диапазонах.

Наземный комплекс позволяет решать такие основные задачи вуза, как обучение студентов университетов Беларуси и специалистов, осуществляющих переподго-

товку, перспективным космическим информационным технологиям, проведение межуниверситетских космических научных экспериментов, разработка и создание межуниверситетских спутников.
