

УДК 621.396.67

Расширение тактико-технических характеристик антенно-приемных комплексов на базе антенных установок типа ТНА

В. И. Демченко, Д. В. Катков, Р. Н. Корсун, Ю. И. Кондрашов, А. Н. Куковский

ФГУП «Ростовский-на-Дону НИИ радиосвязи»

Федеральный научно-производственный центр

e-mail: rniirs@rniirs.ru

Аннотация. В работе представлены технические решения по построению комплектов для повышения тактико-технических характеристик антенно-приемных комплексов СВЧ-диапазона на базе антенных установок ТНА. Проведен анализ технических требований к модернизированным антенно-приемным комплексам, существующих технических решений по построению антенно-приемных комплексов. Предложенные технические решения проверены на шести образцах антенно-приемных комплексов на базе антенных установок ТНА.

Ключевые слова: антенно-приемные комплексы, телеметрические наземные антенны, земные станции спутниковой связи, расширение ТТХ, зеркальные системы, антенно-приемные устройства, комплект модернизации

Improving Of Tactical-Technical Characteristics of the Antenna-Receiving Complexes based on TTA antennas set

V. I. Demchenko, D. V. Katkov, R. N. Korsun, Yu. I. Kondrashov, A. N. Kukovskiy

Federal State Unitary Enterprise

“Rostov-on-Don State Research Institute of Radio Communication”

Federal Research & Production Center

e-mail: rniirs@rniirs.ru

Abstract. Scheme of modernization kit construction allows to make serial deliveries of kits for rigging ups and improvement of tactical-technical characteristics of ARC models, based on TTA antennas set. Propositioned technical solutions were tested on 6 samples of ARC, based on TTA. Positive results of tests confirmed correct choice of technical solutions in modernization kits constructing.

Key words: antenna-receiving complex, telemetric terraneous antenna, terraneous stations of satellite communication, improving of tactical-technical characteristics, reflector systems, antenna-receiving devices, modernization kit

На территории Российской Федерации эксплуатируются антенно-приемные комплексы на базе антенных установок ТНА, введенные в эксплуатацию в 90-х гг. прошлого века. Металлоконструкции опорно-поворотных устройств и зеркальных систем комплексов находятся в удовлетворительном состоянии, а антенно-фидерные тракты, системы наведения и тракты трансляции сигналов выработали свой ресурс, морально устарели и не позволяют выполнять весь комплекс возлагаемых на них задач. Сложной технической задачей в этом случае является создание универсальных комплектов, обеспечивающих повышение тактико-технических и эксплуатационных характеристик крупноапертурных антенно-приемных комплексов (АПК), так как антенные установки типа ТНА имеют свои индивидуальные особенности.

Цель работы — повышение эффективности эксплуатируемых АПК на базе антенных установок ТНА, достигаемое решением следующих задач:

- разработкой структуры комплектов, обеспечивающих повышение ТТХ антенно-приемных комплексов на основании анализа и обобщения требований, предъявляемых к современным антенно-приемным комплексам;
- проверкой и использованием предложенных решений на шести образцах АПК;
- подготовкой к серийным поставкам комплектов модернизации.

Анализ современных требований к параметрам антенн для земных станций спутниковой связи с учетом национальных и международных норм и рекомендаций на параметры антенн [1, 2, 3, 4], а также опыта эксплуатации антенн для земных станций спутниковой связи приводит к необходимости на модернизированных АПК на базе антенных установок ТНА обеспечить:

- пространственно-частотный поиск, обнаружение, слежение и одновременный прием излучений геостационарных искусственных спутников Земли в зоне радиовидимости в L-, C-, X-, и Ku-диапазонах частот;
- пространственно-частотный поиск, обнаружение, слежение и одновременный прием излучений искусственных спутников Земли на низких, средних и высокоэллиптических орбитах в VHF-, UHF-, L-, S- и X-диапазонах частот;

- поляризационную селекцию принятых сигналов с ортогональными круговыми и линейными поляризациями с развязкой не менее 27 дБ;

- оперативное управление составными частями изделия с возможностью дистанционной диагностики их технического состояния;

- усиление, коммутацию и трансляцию принятых сигналов на расстояние до 600 м.

Для формирования структуры комплектов модернизации проведено техническое освидетельствование шести антенно-приемных комплексов: ТНА-400, ТНА-210, ТНА-110Ю, ТНА-110П, ТНА-97, ТНА-97УП.

Результаты технического освидетельствования показали:

- состояние опорно-поворотного устройства и зеркальной системы всех антенн является удовлетворительным;

- антенно-приемные комплексы оснащены как однозеркальными, так и двухзеркальными системами облучения, выполненными по схемам Грегори и Кассегрена [5];

- системы наведения находятся в неудовлетворительном состоянии, не обеспечивают режимы работы в соответствии с техническими условиями изделий;

- антенно-фидерные устройства выработали свой ресурс, морально устарели и не обеспечивают требуемого для выполнения поставленных задач совмещения диапазонов частот;

- длины кабельных трасс составляют от 50 до 300 м;

- комплекты ЗИП израсходованы;

- комплекты КИП устарели и находятся в неудовлетворительном состоянии.

Таким образом, для расширения тактико-технических и эксплуатационных характеристик антенно-приемных комплексов на базе антенных установок ТНА с учетом вышеизложенного необходимо:

- оснастить АПК антенно-приемными трактами и комплектами малошумящих преобразователей сигналов;

- оснастить АПК новыми системами наведения;

- оснастить АПК системой управления и контроля (диагностики);



Рисунок. Структурная схема универсальных комплектов модернизации АПК на базе антенных установок ТНА

– оснастить АПК трактами трансляции сигналов и полнодоступным коммутатором сигналов, обеспечивающими усиление, коммутацию и трансляцию сигналов на расстояние до 600 м;

– оснастить АПК комплектами ЗИП и КИП;

– доработать зеркальные системы АПК до двухзеркальных схем.

На основании вышеизложенного может быть сформирована структура комплектов модернизации АПК на базе антенных установок ТНА. Структура универсального комплекта модернизации представлена на рисунке.

Далее будут рассмотрены ключевые решения по построению составных частей комплектов модернизации.

Для оптимального оснащения антенно-приемных комплексов приемными трактами [6] были раз-

работаны четыре типа антенно-приемных устройств:

- АПУ-1 (диапазоны VHF/UHF);
- АПУ-2/8 (диапазоны L/S/X);
- АПУ-1.5 (диапазон L);
- АПУ-4/7/11/12 (диапазоны С/Х/Ки).

АПУ-1 реализован на базе четырех двухканальных логопериодических излучателей, устанавливаемых на тыльной стороне контррефлектора.

АПУ-2/8 обеспечивает формирование суммарно-разностных диаграмм для обеспечения режима автосопровождения, при этом в L- и S-диапазонах формирование диаграмм производится с использованием четырех двухканальных логопериодических излучателей, расположенных вокруг облучателя X-диапазона, а в X-диапазоне происходит

формирование суммарно-разностной диаграммы на моде TE₂₁.

АПУ-1.5 реализован в соответствии с патентом на полезную модель [7] формированием дополнительного канала путем введения в конструкцию антенны излучателя, содержащего два ортогональных полуволновых вибратора, закрепленных у вершины контррефлектора.

Облучатели С/Х/Ки в связи с индивидуальными особенностями изделий вынесены из состава АПУ-4/7/11/12. Облучатели разработаны для каждого типа АПК, в качестве базовой конструкции используется гофрированный рупорный облучатель с модулированной внутренней структурой [8], обладающей рядом преимуществ:

- низкий уровень кроссполаризационного излучения;
- слабая зависимость положения фазового центра от частоты;
- меньшие габариты.

Устройство усиления, коммутации и трансляции построено с учетом обеспечения длины кабельной трассы до 600 м. При этом применение волоконно-оптических трактов трансляции нецелесообразно. Состав тракта трансляции определяется длиной трассы, в него входит от одного блока магистральных усилителей (при длине до 150 м) до четырех (при длине до 600 м). Количество магистральных усилителей варьируется от двух до десяти в зависимости от количества каналов (диапазонов частот) в АПК. Магистральные усилители обеспечивают оперативную регулировку коэффициента усиления в пределах от 0 до 30 дБ. Управление и диагностика магистральных усилителей осуществляется по интерфейсу RS-485. Также в состав устройства усиления, коммутации и трансляции включен полнодоступный коммутатор ПКС 16 × 8, обеспечивающий независимую коммутацию любого из входов на любой из выходов. Управление и диагностика ПКС 16 × 8 осуществляется по сети Ethernet.

Системы наведения максимально унифицированы, но имеют индивидуальные особенности для каждого типа АПК, а выполнены на базе шкафов управления с современными тиристорными преобразователями Simoreg DCMaster.

Система управления и контроля реализована на базе ПЭВМ с модулем цифровой обработки

ADP201P1/ADMDDC5016. Такой вариант построения позволяет обеспечить диагностику состояния всех составных частей АПК через интерфейс RS-485, за исключением системы наведения, взаимодействие с которыми осуществляется по сети Ethernet по универсальному для всех типов АПК протоколу. Диагностика заключается в циклическом опросе составных частей, каждому из которых присвоен свой IP-адрес, результат опроса отображается на мониторе оператора.

Комплект доработки зеркальных систем разрабатывался для каждой АПК индивидуально и включал в себя при необходимости:

- колонну облучателя;
- элементы установки АБУ;
- контррефлектор.

В результате проведения монтажных и пусконаладочных работ были расширены тактико-технические и эксплуатационные характеристики антенно-приемных комплексов ТНА-400, ТНА-210, ТНА-110Ю, ТНА-110П, ТНА-97, ТНА-97УП. Положительные результаты испытаний модернизированных АПК подтверждены актами Государственных испытаний. Разработанной документации присвоена литера «01», комплектам модернизации АПК присвоены коды ЕСКП и ОКП.

Разработанные комплекты модернизации позволяют осуществлять расширение тактико-технических и эксплуатационных характеристик АПК на базе антенных установок ТНА в два этапа:

- серийная поставка комплекта модернизации;
- монтаж, пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию модернизированного АПК.

Выводы:

1. Проведенный анализ требований и существующих решений по построению АПК, их углубленное техническое освидетельствование позволили разработать структуру комплектов, обеспечивающих проведение модернизации в наиболее короткие сроки и с наименьшими затратами. При этом предложено использовать максимально унифицированный комплект, в котором в зависимости от типа ТНА вносятся минимальный объем изменений.

2. Разработанные комплекты модернизации позволили расширить тактико-технические и эксплуатационные характеристики шести образцов АПК на базе антенных установок ТНА.

3. Предложенная схема построения комплектов модернизации позволяет осуществлять серийные поставки комплектов для расширения тактико-технических и эксплуатационных характеристик конкретных образцов АПК на базе антенных установок ТНА без проведения углубленного технического освидетельствования.

4. Эффективность эксплуатации АПК, оснащенных комплектами модернизации, повышается за счет:

- применения многодиапазонных антенно-приемных трактов;
- доработки зеркальных систем до двухзеркальных схем;
- применения системы управления и контроля, обеспечивающей оперативное управление и диагностику составных частей изделия;
- применения системы наведения, выполненной на базе современных схемных решений.

Список литературы

1. Rec. ITU-R S.465-5 Reference earth-station radiation pattern for use coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to 30 GHz.
2. Rec. ITU-R S.580-5 Radiation diagrams use as objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites.
3. Общие технические требования на станции земные для линий спутниковой связи, работающие с ИСЗ на геостационарной орбите в диапазонах частот 6/4 ГГц и 14/11-12 ГГц. Утверждены Госкомитетом Российской Федерации по связи и информатизации, 1997 г.
4. Справочник по спутниковой связи и вещанию. Под редакцией Л. Я. Кантора. М.: Радио и связь, 1985. 268 с.
5. Вуд П. Анализ и проектирование зеркальных антенн. Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1984. 208 с.
6. Покрас А. М., Сомов А. М., Цуриков Г. Г. Антенны ЗССС. М.: Радио и связь, 1985. 215 с.
7. Волошин В. А., Высоцкий В. М., Крикунов В. В., Мешков А. В., Щербинин В. И. Двухзеркальная антенна Кассегрена. Патент на полезную модель № 13725 от 10.05.2000.
8. Фролов О. П., Вальд В. П. Зеркальные антенны для земных станций спутниковой связи. М.: Горячая линия–Телеком, 2008. 496 с.