

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ УСТАНОВКА СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ
«ГЛОБАЛСТАР»**

*Кондратович А.П., Демидова Г.Д.
Алматинский университет энергетики и связи
tcs@aipet.kz*

Описаны основные способы помехозащиты спутниковых систем связи. Приведено краткое описание объекта исследований помехозащищенности: спутниковая система связи Глобалстар. По первым результатам разработана программа модернизации установки и дальнейших экспериментов.

The main ways of noise protection of communications network is Described. The Broughted thumbnail sketch of the object of the studies to noiseproof factor: satellite communications network Globalstar. On the first result is designed program to modernizations of the installation and further experiment.

**Назначение и состав спутниковых систем
связи**

Применение искусственного спутника Земли (ИСЗ) в качестве ретранслятора сигналов от передатчика к приемнику является одним из

способов увеличения дальности связи в СВЧ - диапазоне. Вид передаваемой информации зависит от принадлежности системы к спутниковой службе: фиксированной (ФСС), подвижной (ПСС) или радиовещательной (РСС) [1].

По каналам *радиовещательной* спутниковой службы транслируются теле- и радиопрограммы, а по каналам *фиксированной и подвижной* спутниковой служб – речевая, текстовая, передача данных, видеоизображение, факсимильная и др. виды информации.

Состав и структура построения ССС определяется ее назначением, обслуживаемой территорией, принадлежностью к спутниковой службе, типом орбит спутников и т.п.

Но, независимо от перечисленных условий, основными сегментами любой спутниковой системы связи являются:

- наземный;
- пользовательский или сегмент потребителя;
- космический.

Наземный сегмент зависит от типа ССС и, в общем случае, включает Центр управления системой (ЦУС) и земные станции.

Пользовательский сегмент в зависимости от потребностей и возможностей потребителя состоит из мобильного или стационарного терминала, рассчитанного на работу с одним или несколькими абонентами.

Космический сегмент состоит из группировки *ИСЗ*.

Конфигурация орбитальной группировки (количество спутников, параметры их движения, вид орбиты) зависит от назначения системы, требуемой зоны обслуживания и других факторов.

Одна из **основных проблем** разработки и функционирования телекоммуникационных систем связи – качество осуществления связи между абонентами. Для исследования в учебных целях из всего многообразия факторов определяющих качество связи были выбраны два фактора: *защита каналов связи от помех* естественного и искусственного происхождения и *надежность* установленной связи.

Методы помехозащиты

Методы защиты от радиопомех были разработаны еще в середине XX

века, тщательно систематизированы и описаны в отечественной и зарубежной специальной литературе, например в известных работах [1, 2].

Применение различных методов помехозащиты определяется техническими возможностями их реализации. Наиболее широко они используются и развиваются в специальных и военных системах связи, однако все чаще и чаще операторы гражданских систем связи вынуждены также прибегать к защите от радиопомех.

Радиопомеховая обстановка усложняется, но одновременно стремительно развивается и радиоэлектроника. Это позволяет реализовывать технически сложные, но весьма эффективные системы помехозащиты. В самом общем виде, ис-

ходя из принципов реализации, можно выделить *организационные, энергетические, сигнальные и пространственные методы* защиты от радиопомех.

Организационный метод в простом варианте предполагает такое расположение источников радиосигналов и такой выбор частот, при которых радиоэлектронные средства проектируемых систем не будут создавать взаимные помехи. Очевидно, что в настоящее время этот метод частотно-территориального разнеса в условиях мегаполисов и промышленно развитых регионов, насыщенных радиоэлектронными средствами, становится не слишком эффективным. Однако он утвердился и применяется в форме, требующей выполнения обязательных, определенных международным и национальным регламентами процедур взаимной координации и регистрации полос радиочастот различных сетей. ¹

При необходимости используется метод **частотного сегментирования**, который ограничивает используемый частотный ресурс, но операторы вынуждены идти на это для достижения координационных соглашений на взаимоприемлемых условиях.

20–30 лет назад казалось, что строгое выполнение регламентных процедур и соблюдение соглашений обеспечит с высокой степенью вероятности функционирование систем связи без взаимных неприемлемых помех. Однако в настоящее время известные российские специалисты по радиочастотному обеспечению [3] полагают, что в спутниковой связи наступает кризис, связанный именно с самой системой распределения радиочастотного ресурса. Многие спутниковые операторы признают, что современные сети спутниковой связи, прошедшие все этапы координации и регистрации, тем не менее испытывают все больший уровень неприемлемых помех. **Энергетический метод** борьбы с помехами предусматривает увеличение мощности передатчика до уровня, гарантировано превышающего возможные помехи. Он достаточно широко используется в специальных и военных системах спутниковой связи, однако его применение входит в противоречие с необходимостью обеспечения электромагнитной совместимости, регламентными ограничениями и, кроме того, является энергетически затратным.

Благодаря быстрому развитию цифровой техники в последние 20 лет стало возможным реализовать на практике **сигнальные методы** помехозащиты, основанные на цифровой обработке сигнала и позволяющие обеспечить снижение воздействия помех на уровне 20...30 дБ. Это, прежде всего, применение псевдослучайных, многочастотных и широкополосных шумоподобных сигналов, а также методов помехоустойчивого кодирования сигнала.

Они широко используются в современных системах спутниковой связи и демонстриру-

ют удовлетворительную эффективность. Главным недостатком этих методов – необходимость расширения (в некоторых случаях весьма существенно) радиочастотного спектра для обеспечения защиты от радиопомех.

Методы пространственной помехозащиты разрабатываются и применяются уже не один десяток лет. Наиболее простые из них – экранирование радиоэлектронных средств в направлении воздействия помех и применение радиопоглощающих покрытий в определенных зонах зеркала антенны для снижения влияния приема помехи по боковым лепесткам диаграммы направленности антенной системы. Основной недостаток этих методов: экранирование не обеспечивает надежной помехозащиты при случайном воздействии помех с неопределенного направления и при этом предполагает создание довольно громоздких конструкций. Радиопоглощающие покрытия имеют ограничения по уровню снижения помех, который далеко не всегда достаточен.

Надежность установленной связи



Рисунок 1 – Зона покрытия российского сегмента ССС «Глобалстар» - «Глобалтел»

Спутниковая система "Глобалстар" является необходимым элементом в профессиональной деятельности людей, занятых в различных сферах бизнеса, когда требуется множество различных услуг связи на удаленных территориях, где не доступна сотовая связь и отсутствуют современные наземные телефонные сети. Система обеспечивает связь на территории стран СНГ и Казахстана в том числе (рисунок 1),

Услуги, предоставляемые компанией спутниковой связи GlobalStar российским пользователям включают в себя:

- Мобильная и стационарная голосовая телефония
- Асинхронная передача данных
- Мобильный интернет (номер дозвона 123)
- Ограничение по типу связи
- Международный роуминг
- Определение местоположения объекта

Надежность спутниковой связи зависит в частности, от следующих факторов: конфигурации (созвездия) системы спутников, работоспособности спутников, обстановки в месте приема (экранирование, переотражение и т.п.).

И, если теоретическая конфигурация (созвездие) в ходе проектирования системы отработана и гарантирует высокую надежность, то в процессе эксплуатации возможны ухудшения связи из-за потери спутников и плохих условий приема на местности.

Краткое описание объекта исследований

Среди систем, оказывающих услуги связи в глобальном масштабе, выделяются спутниковые системы Инмарсат, ГлобалСтар, Иридиум, Турайя.

В практическом исполнении работ связанных исследованиями помехозащищенности и надежности цифровых спутниковых систем была выбрана система спутниковой связи ГлобалСтар.

- Определитель номера (CLIP)
- Антиопределитель номера (CLIR)
- Переадресация
- Ожидание вызова + Удержание вызова
- Полная (добровольная) блокировка всех звонков
- Спутниковая почта
- Web-интерфейс
- FTP сервис
- Факс-мэйл (входящий)
- Факс-мэйл (исходящий)
- "Автоматизированная служба сервиса абонента" (ACCA)

Конкретным объектом исследований стал стационарный наземный терминал спутниковой связи системы ГлобалСтар марки FAU 200.



Рисунок 2 – Внешний вид терминала FAU 200

С этим терминалом были проведены следующие работы:

1. Проведена серия сеансов связи (75), с целью определить характеристики установления связи при наземной монтажке;

2. Разработана, изготовлена и смонтирована на крыше корпуса Б АУЭС конструкция (рисунок 3) включающая в себя:

- терминал;
- систему постановки помех;
- систему экранирования антенн терминала от сигналов спутников;
- система видеонаблюдения, для контроля положения подвижных экранов.



Рисунок 3 - Экспериментальная установка на крыше корпуса Б АУЭС

Первые итоги

1. В результате проведения экспериментальных сеансов связи обнаружено большое расхождение времени фактической установки связи с рекламной. Из 75 попыток осуществить связь лишь 7 соединений произошли менее чем за 5 минут. Тридцать восемь – от пяти до 35мин. И 30 соединений – более 45мин.

Это можно объяснить большими потерями в составе спутников, т.е. не полным «созвездием» и не достаточными мерами по восстановлению, в том числе и связанными с авариями при запуске спутников [5].

2. Разработана программа проведения экспериментов со студентами в новом учебном году (2013-2014)/

Литература

1. Дос 9718-AN/957. Справочник по спектру радиочастот для нужд гражданской авиации с изложением утвержденной политики ИКАО. – ИКАО, Монреаль, 2007г.
2. В.Е. Камнев, В.В. Черкасов, Г.В. Чечин. Спутниковые сети связи. – М.: «Альпина Паблишер», 2004. – 536 с.
3. ДОС 9925-AN/475. Руководство по авиационной подвижной спутниковой (маршрутной) службе. Издание первое. ИКАО, Монреаль, 2010г.
4. А.А. Зеленский, В.Ф. Солодовник. Технологии спутниковых средств связи. Харьков. «ХАИ», 2004г.-70с.
5. GLOBALSTAR принял решение отложить запуск своих спутников ракетами-носителями "ЗЕНИТ-2" [kunegin.com>ref/leo/global4.htm](http://kunegin.com/ref/leo/global4.htm).