

которой электронные потоки умножаются на отдельных электродах — динодах, причём потенциалы динодов в таких ВЭУ повышаются скачкообразно и с непрерывным динодом в которых электронные потоки умножаются вдоль поверхностей с непрерывным изменением потенциала. В настоящее время ВЭУ являются одним из наиболее распространенных детекторов, применяемых в квадрупольных масс-спектрометрах и масс-спектрометрах с ионной ловушкой, и широко используются во многих областях.

Это лишь основные из принципов работы приборов для контроля уровня радиации. Каждый тип прибора имеет свои особенности и преимущества, и выбор конкретного прибора зависит от требуемой чувствительности, точности измерений и других факторов измерения ионизирующего излучения.

#### Список использованных источников

1. Новиков, Л.С. Радиационные воздействия на материалы космических аппаратов [Текст]/ Новиков Л.С. – М.: Университетская книга, 2010. – 192 с. ил.

2. Семкин Н.Д. Телегин А.М. Калаев М.П. Космическое пространство и его влияние на элементы конструкций космических аппаратов: Электронное методическое пособие к практическим работам.: М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) 2013. – 46 с., ил.

3. Калаев М.П. Конструирование аппаратуры для регистрации воздействия космического мусора и микрометеороидов на поверхность космического аппарата: учебное пособие [Текст] / М.П. Калаев, А.М. Телегин; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Самарский университет. – Самара: Издательство Самарского университета, 2020. – 136 с.

Кириченко А. Д., студент гр. 6231-110401D, каф. РЭС, groom99man@gmail.com

Артюшин Андрей Алексеевич, аспирант, каф. РЭС, artyushin.aa@ssau.ru.

УДК 621.396.946

## К ВОПРОСУ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЗС СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

И.Н.Зайцева

«Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец

**Ключевые слова:** электромагнитная совместимость, спутниковая связь, ТВ канал, модулятор.

#### Введение

Все требования и рекомендации для взаимодействий земных станций (ЗС), контрольных станций (КС) для мониторинга и управления, а также оперативных центров управления разработаны на основе документов

сектора радиокommunikаций Международного Союза Электросвязи МСЭ, МСЭ-Р, ITU-R [1], международных стандартов телевизионного и радиовещания.

В спутниковых системах связи с многостанционным доступом с частотным разделением (МДЧР) проблемы с ЭМС возникают при нарушении штатной конфигурации передающего канального оборудования – кодера/модулятора, повышающего конвертора на любой ЗС. Это проявляется в том, что некая ЗС по какой-то причине начинает излучать сигнал на произвольной частоте, отличной от предписанной частоты штатного расписания. Возможные причины этого – сбои в работе систем автоматического управления и резервирования или некорректные, ошибочные действия операторов ЗС.

Отметим, что с давних пор для снижения возможных ошибочных действий операторов систем радиосвязи всё профессиональное радиооборудование с регулируемыми параметрами: частотой передачи, скоростью кодирования и др. имеет функциональную защиту от ошибочного изменения любого конфигурационного параметра. Это означает, что если оператор изменил любой конфигурационный параметр, то гарантированно выключается выходной сигнал отключением несущей для перепроверки вносимых изменений.

Тем не менее, встречаются случаи «наложений» несущей со сбойными параметрами на любой исправно работающий канал или несколько каналов.

### **Некоторые проблемы с ЭМС ЗС**

Устранение проблемы ЭМС начинается с локализации сбойного оборудования конкретной ЗС. Учитывая, что достаточно многие ЗС работают без постоянного присутствия оператора в автоматизированном режиме, локализовать неисправное оборудование можно будет после локализации ЗС, создающей проблемы в нарушении ЭМС. Для этого необходима координация действий КС и ЗС [2,3].

Практически на всех ЗС используются штатные аварийные сигнализации. Однако эффективность работы сигнализации зависит от режима работы канала: симплексного или дуплексного.

Рассмотрим структурные особенности нескольких каналов спутниковой связи. Модемы каналов дуплексной передачи данных оснащены «тревожной» сигнализацией от дальнего конца. Она носит название «системы идентификации неисправности (аварии)» – «alarm identification system» (AIS).

К примеру, в направлении А – В произошёл отказ кодера/модулятора на стороне А. На стороне В пропал приём с демодулятора и, как следствие, возникла авария AIS, которая информирует, что неисправность или на стороне А, или на стороне В. По умолчанию этот аварийный сигнал с идентификационными данными возвращается на сторону А, и у оператора А загорается аварийная сигнализация для принятия мер по ликвидации

аварии. Такой же аварийный сигнал может появиться и при отказе повышающего конвертора на стороне А.

Отказ демодулятора на стороне В или понижающего конвертора там же приведут к появлению аварии AIS, но уже без указания передающей стороны А.

В результате сигнализация AIS довольно точно информирует о месте возникновения аварии, и оператор станции А может локально или удалённо устранить аварию путём включения резервной аппаратуры.

Рассмотрим канал передачи ТВ от А к В от одноканального исполнения (кодер/модулятор) до многоканального исполнения (N кодеров-мультиплексор-модулятор). Эти каналы симплексные с возможно многочисленной аудиторией на любом из множества концов каждого канала  $B_{(1...n)}$ , но без возможности передачи сигнала аварии с дальнего конца (любого). Единственной индикацией аварии любого ТВ канала является только местная сигнализация о возникновении или об отсутствии неисправности любого кодера/модулятора. К тому же, если ТВ канал неинтересен, то аудитория может вообще отсутствовать и некому будет даже по телефону проинформировать о пропадании трансляции ТВ канала, т.е. возникновении аварии. Все зависит от состояния контроля эфира этого ТВ канала.

Если произошёл отказ кодера/модулятора А, то все демодуляторы абонентов  $B_{(1...n)}$ , которые могут быть расположены в различных регионах мира, будут находиться в состоянии аварии, но эти аварийные сигналы никуда не транслируются, т.к. каналы симплексные. Если модулятор на стороне А отказал без последствий, то, кроме запоздалой информации от любого абонента,  $B_n$  сторона А может и не знать. Все зависит от состояния дополнительных средств контроля эфира этого ТВ канала. Остаётся надеяться, что произошёл только отказ без сбоя конфигурации кодера/модулятора.

Наихудший случай сбойной аварии любого канала – это изменение конфигурации кодера/модулятора по каким-то невыясненным причинам. В таком случае происходит отказ работоспособного канала (или нескольких каналов) из-за «налезаний» на исправные каналы спектральных компонент изменённого канала.

### **Заключение**

Оперативное руководство в спутниковой сети выполняют КС.

Они решают следующие некоторые задачи:

- выявление аномальных случаев наложений несущих друг на друга с перерывами связи;
- разрешение спорных вопросов между ЗС по обеспеченности ЭИИМ;
- мониторинг номинальных значений ЭИИМ несущих.

### Список использованных источников

1. Сектор радиосвязи (ITU-R). URL: <https://www.itu.int/en/ITU-R/Pages/default.aspx> (дата обращения: 05.03.2024).
2. Rec. ITU-R S.580-5 Radiation diagrams use as objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites.
3. Zaitseva I. N., Baramykov A. I. Testing the main Parameters of the Antennas of Satellite Earth Stations// Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications, SINKHROINFO 2018; P. 1-6. DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2018.8457005.

Зайцева Ирина, Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физики, радиотехники и электроники. E-mail: irina-zai@yandex.ru

УДК 621.396.946

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ПЕЛЕНГАЦИИ И ЦИФРОВОГО ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИНЕЙНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ

И.В. Пешков, В.А. Жигулин

«Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец

**Ключевые слова:** цифровая пеленгация, цифровое диаграммообразование, алгоритмы обработки сигналов.

### Введение

Была поставлена следующая цель работы: создать и изучить модель работы алгоритмов цифровой пеленгации и диаграммообразования с учетом фактора взаимного влияния между антенными элементами.

Задачи данной работы:

- изучить принципы работы алгоритмов цифровой пеленгации и диаграммообразования;
- разработать цифровую модель алгоритмов таким образом, чтобы в ней учитывалась особенность взаимного влияния;
- провести моделирование алгоритмов для линейной антенной решётки с элементами патч-антенн.

### Описание модели

На рисунке 1 представлена обобщённая схема модели. Её можно разделить на три части: антенная решётка (АР), алгоритм пеленгации и алгоритм формирования диаграммы направленности (ДН). Формула для расчёта выходного сигнала антенной решётки имеет следующий вид:

$$\bar{x}(k) = \bar{A} \cdot \bar{s}(k) + \bar{n}(k), \quad (1)$$

где  $\bar{n}(k)$  – вектор шума;  $\bar{A}$  – матрица сканирующих векторов, рассчитываемая по следующей формуле: