

Комплексная проверка стойкости бортовой электроники к внешним электромагнитным помехам по разработанной методике позволяет выявить потенциальные уязвимости и своевременно устранить их на этапе наземных испытаний. Применение частных методик, регламентированных международными и российскими стандартами, является обязательным условием обеспечения надёжности и безопасности эксплуатации авиационной техники.

Список использованных источников

1.MIL-STD-461G: Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment. Department of Defense, USA, 2015. 152 p.

2.RTCA DO-160G: Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment. RTCA, Inc., 2010. 389 p.

Лупцов Антон Алексеевич, асп. гр. АЗ_2.2.15, каф. РЭС, antonluptsov@yandex.ru.

УДК.621.311

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.Р. Шнейдмиллер

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: малый космический аппарат, телеметрическая информация, выявление предаварийных состояний.

В настоящее время в космической отрасли вектор развития направлен в сторону многоспутниковых группировок [1-2], это позволяет не реализовывать резервирование (двойное, тройное и т.д.) внутри космического аппарата (КА), а увеличивать количество малых КА. По отдельности каждый МКА будет с меньшим показателем вероятности безотказной работы, но при потере одного или нескольких МКА из группировки выполнение задачи все равно будет достигнута. При отказе же какого-либо узла у большого космического аппарата – можно потерять весь КА, вследствие этого не достигнуть цели миссии [3-4].

Каждый МКА из подобной спутниковой группировки имеет сотни телеметрических параметров, что является большим массивом данных, который нужно анализировать, прогонять через фильтры, искать аномальные значения и так далее. Следить за этими параметрами классическими способами становится затруднительно с ростом МКА внутри группировки и группировки в целом. Поэтому инженеры-конструкторы все чаще прибегают к использованию машинного обучения при работе с телеметрической информацией (ТМИ).

Использование инструментов машинного обучения по обработке ТМИ МКА можно разделить на две категории:

- Обработка и анализ телеметрической информации для определения аварийных и предаварийных ситуаций;
- Прогнозирование технического состояния и диагностика.

Обработка телеметрической информации для поиска аномальных состояний позволяет не только сэкономить большое количество времени инженерного состава, который сопровождает работу группировки, но и обнаружить предаварийные состояния и вовремя принять меры по недопущению их развития в полноценную аварию [5]. Параметры могут быть в нормальном диапазоне по отдельности, однако совокупность всех данных может указать на аномалию, что как раз и входит в зону анализа машинного обучения.

К основным методам анализа с помощью машинного обучения можно отнести следующие:

- 1) основанные на расстоянии:
 - а) основанные на анализе графа соседства, б) основанные на кластеризации;
- 2) статистические:
 - а) параметрические: смесь распределений, стохастические процессы;
 - б) непараметрические;
- 3) классификационные;
- 4) основанные на реконструкции;
- 5) ансамблевые.

В прогнозировании технического состояния и диагностике также используются методы машинного обучения. При правильном выборе параметров можно не только констатировать предаварийное или аварийное состояние отдельной системы, но и предупредить его задолго до возникновения. В этом случае ТМИ оценивается инструментами машинного обучения на наличие деградации узлов в составе систем МКА.

Таким образом, использование инструментов машинного обучения в настоящих реалиях позволяет добиться экономии временных ресурсов для инженерного состава, сопровождающего работу группировок МКА, а также финансовых ресурсов, за счет своевременного определения аварийных ситуаций и отказов определенных узлов с их последующим устранением.

Список использованных источников

1. Матвеев Ю.А., Позин А.А., Юрченко М.И., Анализ перспектив создания многоспутниковых систем на основе малых космических аппаратов разных форм-факторов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2025. № 7 (163). С. 1-15.
2. Ключников В.Ю. Перспективы создания сверхнизкоорбитальной многоспутниковой системы на основе малых космических аппаратов формфактора DiskSat. Космонавтика и ракетостроение. 2024. Вып. 2 (135). С. 186-198.
3. Гуртов А.С., Данов Е.А., Шнейдмиллер В.Р. Способы повышения живучести систем электропитания космических аппаратов дистанционного зондирования

Земли // Актуальные проблемы ракетно-космической техники (VII Козловские чтения) // Изд-во СамНЦ РАН. 2021. С. 84-86.

4. Черкесов Г.Н. Живучесть и отказобезопасность ответственных технических систем // Проектирование и технология электронных средств. 2015. № 1. С. 15-24.

5. Мухачёв П.А., Садретдинов Т.Р., Притыкин Д.А., Иванов А.Б., Соловьев С.В. Современные методы машинного обучения для анализа технического состояния космических аппаратов по данным телеметрической информации // Автоматика и телемеханика. 2021. № 8. С. 3-38.

Шнейдмиллер Виктор Робертович, асп. гр. АЗ_2.2.15 каф. РЭС, frostsrost252@mail.ru.

УДК 621.396

АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЁТОК С НАПРАВЛЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ПЕЛЕНГАЦИИ СО СВЕРХРАЗРЕШЕНИЕМ

И.В. Пешков, Н.А. Фортунова, А.Ю. Дорохин
ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,
г. Елец

Ключевые слова: цифровая антенная решетка, пеленгация, сверхразрешение, MUSIC.

Предложен алгоритм проектирования антенных решеток (АР) из направленных элементов для радиопеленгации со сверхразрешением. Поскольку алгоритмы обработки сигналов достигли предела точности, дальнейшее улучшение характеристик систем (пропускная способность, вероятность ошибки) зависит от физических параметров АР. Известно, что на пространственный псевдоспектр сильно влияют несколько факторов, таких как взаимное расположение антенных элементов, их количество и форма диаграмм направленности. В работе предложена процедура построения антенных решёток для пеленгации со сверхразрешением.

В основе современных беспроводных систем (в частности, стандарта 5G) лежит использование многоантенных технологий для пространственного анализа сигналов. Ключевую роль в таких решениях играет пеленгация (оценка угловых координат), необходимая для точного формирования диаграммы направленности [1]. Главным ограничивающим фактором здесь выступают разрешающая способность и точность измерений, которые напрямую зависят от апертуры (размера) антенной решетки [2].

Согласно [3], точность оценивания (дисперсия оценок) в значительной степени зависит от двух физических параметров: коэффициента усиления антенных элементов и эффективной площади антенной решетки. Общая схема проектирования цифровой антенной решетки (ЦАР) отражена на рисунке 1.