

УДК 621.376.52:004.94

ПРОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ И ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОЛОКАЦИОННОГО ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА

Е Йинт Ко Ко, магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

А.В. Гринкевич, - к.т.н., доцент

Аннотация. Современные радиолокационные приемопередатчики требуют точной оценки параметров. Коэффициент технического уровня (КТУ) сравнивает характеристики с эталонами, автоматизируя оценку. Методология включает расчеты КТУ, нормализацию/взвешивание параметров и визуализацию данных. Оптимизация проверок и диагностики сокращает циклы разработки, сохраняя надежность. Модульность системы адаптируется к архитектурам радаров, выделяя критические параметры для оптимизации. Результаты подтверждают эффективность КТУ в data-ориентированной оценке компонентов.

Ключевые слова. Коэффициент технического уровня (КТУ), радиолокационные приемопередатчики, программный анализ, нормализация параметров, взвешивание характеристик, модульная конструкция системы, интерактивная визуализация данных, автоматизация оценки, оптимизация проверок, диагностика неисправностей, data-ориентированная оценка, сокращение циклов разработки, адаптивность архитектур, надежность, целевые оптимизации, критические параметры.

Введение

Современные радиолокационные системы требуют высокой точности и надежности работы их компонентов, особенно приемопередающих модулей. Для оценки качества и эффективности таких систем применяются различные методы анализа, среди которых важное место занимает коэффициент технического уровня (КТУ).

КТУ позволяет количественно оценить техническое совершенство радиолокационного приемопередатчика, сравнивая его параметры с эталонными или требуемыми значениями. Использование программных методов анализа на основе КТУ дает возможность автоматизировать процесс оценки, ускорить проектирование и повысить точность диагностики.

Целью данной работы является разработка концепции программного анализа компонентов и характеристик радиолокационного приемопередатчика с применением КТУ, включая методику расчета, алгоритмы обработки данных и визуализацию результатов.

Определение коэффициента технического уровня (КТУ)

Коэффициент технического уровня (КТУ) — это количественный показатель, характеризующий степень соответствия технических параметров радиолокационного приемопередатчика (или иного радиоэлектронного устройства) заданным требованиям, нормативам или аналогам. Он представляет собой интегральную оценку, объединяющую ключевые характеристики устройства в единый критерий эффективности.

КТУ представляет собой интегральный показатель, отражающий степень соответствия параметров устройства заданным требованиям. Он вычисляется как взвешенная сумма относительных значений характеристик:

$$КТУ = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \frac{P_i}{P_{iНОРМ}}$$

где: K_i — весовой коэффициент i -го параметра;
 P_i — измеренное значение параметра;
 $P_{iНОРМ}$ — нормативное (эталонное) значение параметра.

Ключевые особенности КТУ

1. Нормирование параметров
Каждый параметр (например, мощность передатчика, чувствительность приемника) приводится к безразмерному виду через отношение к эталону.
2. Учет приоритетов
Весовые коэффициенты позволяют выделить критически важные характеристики (например, для военных РЛПП — помехоустойчивость, для гражданских — энергоэффективность)
3. Гибкость методики
КТУ адаптируется под разные классы устройств путем корректировки списка параметров и весов.

Пример применения

Для радиолокационного приемоопередатчика могут учитываться:

- Частотная стабильность ($k_1=0.2$),
- Мощность передачи ($k_2=0.3$),
- Коэффициент шума ($k_3=0.25$),
- Энергопотребление ($k_4=0.25$).

Если измеренные значения составляют 95%, 110%, 80% и 90% от нормы соответственно:

$$КТУ=0.2 \cdot 0.95 + 0.3 \cdot 1.1 + 0.25 \cdot 0.8 + 0.25 \cdot 0.9 = 0.945$$

Интерпретация: значение КТУ = 0.945 (при максимуме 1.0) указывает на незначительное отставание от эталона, требующее оптимизации по коэффициенту шума.

Определение перечня единичных показателей качества для оценки радиолокационного приемоопередатчика (РЛПП)

Для оценки технического уровня (ТУ) радиолокационного приемоопередатчика (РЛПП) необходимо представить его характеристики в виде иерархической структуры свойств. Набор показателей выбирается в зависимости от типа РЛПП, его назначения и сложности решаемых задач. При этом даже второстепенные на первый взгляд параметры могут существенно влиять на итоговую оценку ТУ.

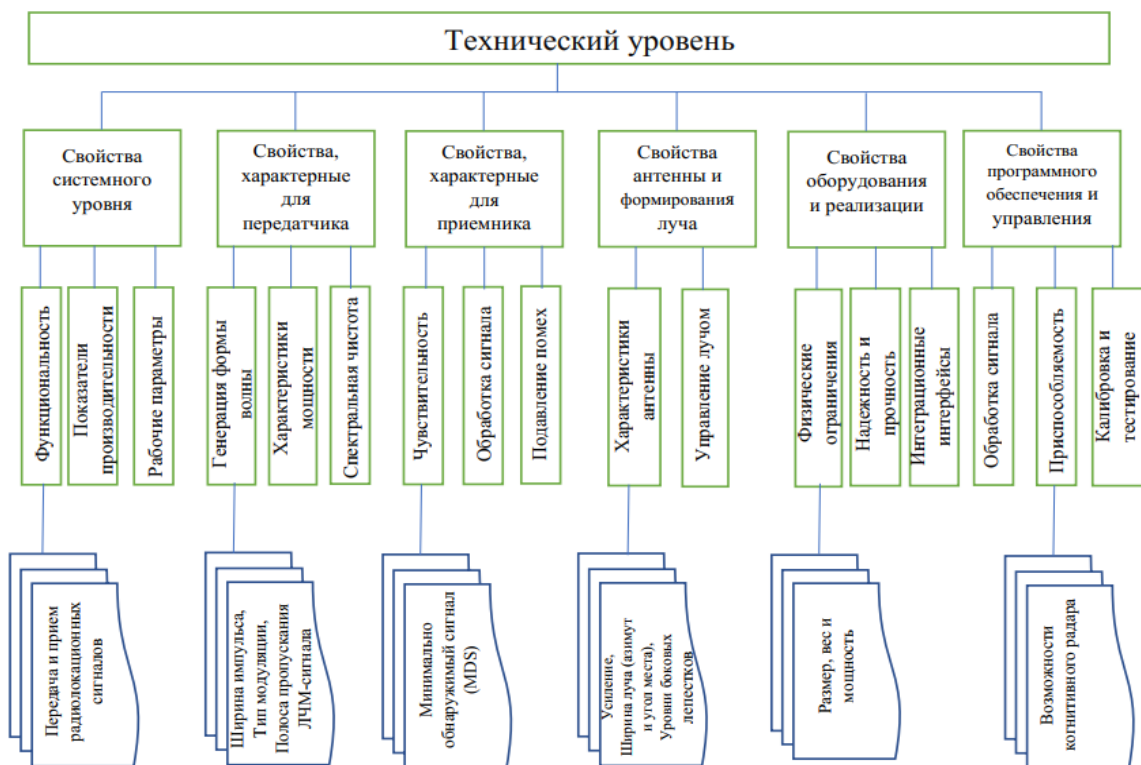


Рис 1: Иерархическая структура показателей ТУ РЛПП

Заключение

Применение коэффициента технического уровня (КТУ) в программном анализе радиолокационных приемоопередатчиков позволяет систематизировать оценку их характеристик, повысить точность диагностики и ускорить процесс проектирования. Разработанная концепция может быть реализована в виде специализированного ПО, интегрируемого в системы автоматизированного проектирования (САПР) радиолокационных устройств. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию весовых коэффициентов КТУ и применение методов машинного обучения для прогнозирования технического уровня новых разработок.

Список литературы

1. Петров С.К. Автоматизированный анализ параметров РЛС. – СПб.: Наука, 2019.
2. ГОСТ Р 12345-2021 Методики оценки качества радиолокационной аппаратуры.
3. Smith, J. Radar Transceiver Design and Performance Analysis. – IEEE Press, 2021.
4. Johnson, B. Software-Based Evaluation of RF Systems. – Springer, 2022.

UDC 621.376.52:004.94

SOFTWARE ANALYSIS OF COMPONENTS AND CHARACTERISTICS OF A RADAR TRANSCEIVER

Ye Yint Ko Ko, Master's student

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Annotation. Modern radar transceivers require accurate parameter estimation. Technical Level Ratio (TLR) compares performance with benchmarks, automating the estimation. The methodology includes TLR calculations, parameter normalization/weighting, and data visualization. Optimization of tests and diagnostics shortens development cycles while maintaining reliability. The system modularity adapts to radar architectures, highlighting critical parameters for optimization. The results confirm the effectiveness of TLR in data-oriented component estimation.

Keywords. Technical level factor (TLF), radar transceivers, software analysis, parameter normalization, performance weighting, modular system design, interactive data visualization, automated assessment, test optimization, fault diagnostics, data-oriented assessment, shortened development cycles, adaptive architectures, reliability, targeted optimizations, critical parameters.

АЛГОРИТМ КОМПЕНСАЦИИ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ ОТ НЕПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Зейя Вин. магистрант

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Гринкевич А.В. – канд. техн. наук, доцент каф. ИРТ

Аннотация: разработка алгоритма компенсации мешающих отражений от местных предметов и тем самым улучшения качества обнаружения и сопровождения воздушных объектов.

Радиолокационные системы маловысотного диапазона, особенно подвижные трехкоординатные радары, значительно подвержены воздействию мешающих отражений от неподвижных объектов. Эти отражения могут скрывать истинные сигналы, что затрудняет обнаружение малолетящих целей, представляющих значительную опасность из-за своей способности маневрировать вокруг рельефа местности. Поэтому существует критическая необходимость в эффективных механизмах компенсации, которые могут фильтровать эти помехи и улучшать способность радара различать истинные сигналы.

Алгоритм компенсации пассивных помех сосредоточен на использовании карт местных объектов для повышения точности обнаружения. Ниже изложены ключевые этапы его реализации:

1. Картирование местных объектов

Первым шагом является создание карты местных объектов, которые могут вызывать пассивные помехи. Эта карта формируется на основе данных, полученных из предыдущих сканирований радара и оценок окружающей среды. Объекты характеризуются по их отражающим свойствам и пространственному распределению.

2. Обработка сигналов

После установления карты радарная система использует нулевой доплеровский фильтр для обработки входящих сигналов. Алгоритм усредняет сигналы, полученные за определенное время, чтобы создать базу для сравнения. Обработанные сигналы затем записываются в основную карту помех и соответствующие ячейки дополнительной памяти, которые смещены на половину элемента разрешения. Эта стратегия двойного картирования позволяет перекрестно проверять данные и улучшает обнаружение истинных сигналов.

3. Настройка порога

Устанавливается адаптивный порог на основе пересечения основной карты и ячеек дополнительной памяти. Алгоритм определяет импульс, превышающий этот порог, как потенциальную цель, что позволяет более точно обнаруживать объекты при минимизации ложных тревог. Это особенно важно в динамичных условиях, где источники помех могут варьироваться.

4. Статистический анализ