

УДК 004.891:621.396.6

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАДИОПРИЁМНОГО УСТРОЙСТВА

Е.Н. НАБОКА<sup>1</sup>, А.С. МАМАЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>«Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова» - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии»

(г. Королев, Российская Федерация)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет»

(г. Москва, Российская Федерация)

E-mail: [mamaev@mirea.ru](mailto:mamaev@mirea.ru)

**Аннотация.** Предложена модель знаний экспертной системы для оценки технического уровня радиоприёмного устройства на основе производственно-фреймового подхода. Определены ключевые показатели качества радиоприёмного устройства, на основе которых рассчитывается коэффициент технического уровня (КТУ). Для учёта неопределённости при малом количестве экспертов используется интервальная оценка весов показателей. Разработанная модель позволяет автоматизировать процедуру оценки, снизить влияние субъективных факторов и может быть использована при проектировании и эксплуатации радиотехнических систем.

**Abstract.** A knowledge model of an expert system for assessing the technical level of a radio receiver based on a production-frame approach is proposed. The key quality indicators of a radio receiver are defined, and the coefficient of technical level (CTL) is calculated based on them. To account for uncertainty with a small number of experts, an interval estimation of indicator weights is used. The developed model makes it possible to automate the assessment procedure, reduce the influence of subjective factors, and can be used in the design and operation of radio engineering systems.

### Введение

Современные радиоприёмные устройства (РПУ) предъявляют всё более жёсткие требования к качеству функционирования. Оценка их технического уровня (ТУ) – необходимая часть процессов проектирования, производства и эксплуатации [1]. Традиционные методы, основанные на сравнении с эталоном или статистических критериях, либо трудоёмки, либо не позволяют учесть неполноту исходных данных [2]. Выход – использование экспертных систем, формализующих знания специалистов. Однако для задачи оценки ТУ РПУ отсутствует готовая модель знаний, учитывающая специфику радиотехнических параметров и неопределённость экспертных суждений. Цель работы – разработать такую модель на основе производственно-фреймового подхода.

### Основная часть

Технический уровень РПУ оценивается набором параметров. На основе анализа нормативной и справочной литературы выделены четыре ключевых показателя: чувствительность (мкВ), избирательность по соседнему каналу (дБ), коэффициент шума (дБ) и динамический диапазон (дБ). Именно эти характеристики наиболее полно отражают качество приёма [1, 2]. Коэффициент технического уровня (КТУ) для конкретного образца вычисляется как средневзвешенное нормированных значений показателей:

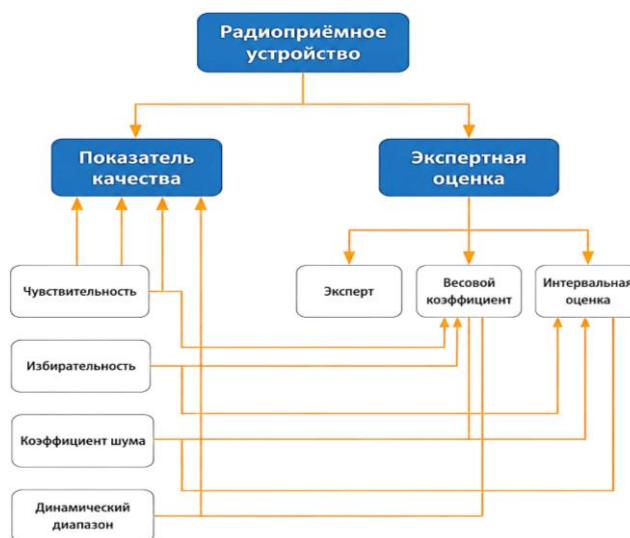
$$K = \sum_{i=1}^n w_i \cdot \frac{p_i}{p_i^{эТ}}, \quad (1)$$

где  $p_i$  – значение  $i$ -го показателя оцениваемого РПУ;  $p_i^{эТ}$  – эталонное значение (определяется экспертным путём);  $w_i$  – весовой коэффициент значимости показателя. Чем ближе КТУ к единице, тем выше технический уровень устройства [2].

На практике экспертная группа часто насчитывает менее десяти человек, что повышает риск субъективизма. Для достоверности используется интервальная оценка: каждый эксперт указывает диапазон веса (например, 0,2–0,4), затем вычисляются средние по группе и корректируются с заданной доверительной вероятностью. Подход апробирован при оценке качества радиотехнических систем [3].

Базовая модель знаний – производственно-фреймовая. Фреймы описывают иерархию: «Радиоприёмное устройство», «Показатель качества», «Экспертная оценка». Каждый фрейм содержит слоты (числа или лингвистические переменные, например «высокая чувствительность»). Логический вывод обеспечивают правила «ЕСЛИ – ТО». Пример: ЕСЛИ чувствительность < 1 мкВ И избирательность > 80 дБ, ТО уровень качества – «высокий».

Такой подход учитывает нечёткие знания экспертов и автоматизирует расчёт КТУ [4]. Как показано в [5], автоматизация диагностирования РЭА сокращает время поиска информации с 1,57 до 0,26 мин. Аналогичный эффект ожидается при оценке ТУ. Дерево фреймов (рис. 1) декомпозирует РПУ на показатели качества и процедуры экспертной оценки.



**Рис. 1.** Фрагмент дерева фреймов экспертной системы оценки технического уровня радиоприёмного устройства

Таким образом, разработанная модель знаний формализует ключевые показатели качества РПУ, вычисляет КТУ с весами экспертов, использует интервальные оценки при малом числе экспертов для повышения достоверности, автоматизирует оценку и снижает влияние человеческого фактора; прототип базы знаний может встраиваться в системы технической диагностики или использоваться самостоятельно.

### Заключение

Предложена модель знаний экспертной системы для оценки технического уровня радиоприёмного устройства. Модель базируется на производственно-фреймовом представлении знаний и учитывает специфику радиотехнических параметров. Использование интервальных экспертных оценок при малом количестве экспертов повышает достоверность результатов. Дальнейшие работы направлены на создание программного прототипа и его апробацию на реальных образцах РПУ.

### Список использованных источников

1. ГОСТ Р 56397-2015. Техническая экспертиза работоспособности радиоэлектронной аппаратуры, оборудования информационных технологий, электрических машин и приборов. Общие требования. – Введ. 2016-01-01. – М. : Стандартинформ, 2015. – 14 с.
2. Гринкевич А.В., Е Йинт Ко Ко. Методика оценки технического уровня радиолокационного приемопередатчика // Информационные радиосистемы и радиотехнологии-2024. – Минск : БГУИР, 2024. – С. 212–213.
3. Иванова А.А., Е Йинт Ко Ко. Оценка параметров качества радиотехнических систем при малом количестве экспертов // Информационные радиосистемы и радиотехнологии-2024. – Минск : БГУИР, 2024. – С. 228–229.
4. Аникин И.В., Потапов А.С. Программный комплекс оценки рисков информационной безопасности на основе производственно-фреймовой модели // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2010. – № 5(108). – С. 98–102.
5. Тихонов Д.В. Автоматизированная система информационной поддержки технического диагностирования радиоэлектронной аппаратуры программно-аппаратных комплексов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2025. – № 3(27). – С. 107–120.