

*А.Р. КОРСУНОВ*, канд. техн. наук, УИПА (г. Харьков)

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ КОМПЛЕКСА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОСТРУКТУРЫ**

При стисненні динамічного діапазону безперервного електромагнітного сигналу, що приймається, у радіоприйомних пристроях застосовується автоматична регулювання радіоприймальних пристроїв (РПП). Застосування в РПП цифрових систем АРУ дозволяє за допомогою пристроя з коефіцієнтом передачі, що програмується та контролюється, організувати безпосередній відлік вимірювання напруженості електромагнітного сигналу на вході РПП.

In the receiver used expander of dynamic diapason continuous signal, which coming on exit. That is called as automatic operating of intensification (AOI). If employ in the receiver digital system AOI then can realize indicate of the value electromagnetic field tensoin the exite of the reciver.

**Введение.** Наиболее распространенным методом измерения напряженности элетромагнитного поля немодулированного сигнала является метод компарирования [1], т.е. сравнение принятого сигнала с опорным напряжением стандартного источника.

**Постановка проблемы.** Динамический диапазон измеряемых величин в существующих схемах измерения и регистрации ограничен нелинейностью трактов несущей и промежуточных частот радиоприемного устройства (РПУ) [2]. В связи с этим возможность автоматизировать процесс измерений ограничена требованиями перестройки коэффициента усиления РПУ в зависимости от уровня принимаемого сигнала.

**Анализ литературы.** Известно, что в РПУ при сжатии динамического диапазона принимаемого непрерывного сигнала [3] используется автоматическая регулювання усиления (АРУ), регулюющее напряжение ( $V_p$ ), которой является функцией входного сигнала ( $V_{вх}$ ) [4]. В чисто аналоговых системах АРУ напряжение  $V_p$  подается непосредственно на аналого-цифровой преобразователь микро-ЭВМ для регистрации и последующей обработки [5]. Коэффициент усиления ( $K$ ) РПУ представляет собой нелинейную функцию от  $V_p$ , т.е.  $K = K(V_p)$  [6], которую в целях упрощения примем линейной. При подобной аппроксимации зависимости  $V_p = F_p(V_{вх})$  ошибка может достигать 5 дБ, а время отсчета в каждой точке составляет 0,01 с на одно усредненное значение [7].

**Цель работы.** Предлагается использовать  $V_p$  в качестве выходного сигнала в измерениях напряженности электромагнитного поля при контроле режимов облучения биообъектов.

**Результаты исследований.** Применение в РПУ цифровой системы АРУ [8, 9] позволяет с помощью устройства с программируемым коэффициентом передачи [10] организовать непосредственный отсчет измерения напряженности электромагнитного сигнала на входе РПУ

Устройство представляет из себя комплект, состоящий из двух электрически управляемых аттенуаторов (ЭУА) 1 и 2, собранных в едином корпусе, и электрической схемы управления, выполненной в виде кассеты с многоконтактным разъемом.

ЭУА 1 и 2 функционально разделены и имеют автономные цепи управления. Электрическая схема содержит дискретный функциональный преобразователь, линеаризующий нелинейную характеристику ЭУА, и обеспечивающий изменение коэффициента передачи с шагом 1дБ.

Управляется функциональный преобразователь либо цифровой кодом, при включении его в цепь цифровой АРУ или микроЭВМ, либо вручную с помощью переключателей.

Переменные резисторы позволяют перестраивать шаг дискретизации. Отсчет установленного коэффициента передачи производится по цифровому индикатору. При этом аттенуатор 1 используется для установки ослабления с шагом 1 дБ до 10 дБ. Крупные дискреты по 10 дБ устанавливаются посредством аттенуатора 2. На индикаторе отображается реальная информация об уровне введенного ослабления, а не входная команда управления, как в существующих системах. Динамический диапазон регулирования сигнала составляет 60 дБ.

Разработанное устройство программируемого регулятора коэффициента передачи с отсчетом вводимого ослабления значительно упрощает автоматический контроль чувствительности приемного тракта.

Известные методы для подобного контроля [11] требуют большого объема априорной информации в памяти микроЭВМ, например:

1. Коэффициент первичного преобразования измерителя мощности (термистора).
2. Коэффициент вторичного преобразования измерителя мощности (выходное напряжение).
3. Коэффициенты затухания управляемого аттенуатора.

Указанный объем информации удлинит время контроля и вынуждает выводить его за рамки рабочего цикла системы.

Предложенное устройство совместно с генератором опорного сигнала позволяет подобный контроль проводить в коротких интервалах внутри рабочего режима РПУ по разработанному алгоритму (рис.), при котором в памяти микроЭВМ записано номинальное значение собственной мощности шумов на

выходе ( $P_{\text{ш.вых.соб.}}$ ), которое в нашем случае составляло  $60...70 \cdot 10^{-12}$  Вт. По алгоритму выполняются следующие операции:

1. Включить опорный генератор СВЧ с выходной мощностью  $P_r = 60 \cdot 10^7$  Вт (калиброванный выход генератора ГЧ-143). Здесь учтено что переходное ослабление направленного ответвителя, через который подается опорный уровень мощности в тракт РПУ, составляет 20 дБ.

2. Установить на аттенуаторе ослабление  $L_3$  равным начальному

$$L_3 = L_n = 30 \text{ дБ.}$$

3. Измерить  $P_{\text{ш}}$  выходное ( $P_{\text{ш.вых.изм.}}$ ).

4. Если  $P_{\text{ш.вых.изм.}} < P_{\text{ш.вых.соб.}}$ , то уменьшить ослабление  $L_3 < L_n$  и перейти к п. 3.

5. Если  $P_{\text{ш.вых.изм.}} > P_{\text{ш.вых.соб.}}$ ,  $P_{\text{ш}}$ , то увеличить ослабление  $L_3 > L_n$  и перейти к п. 3.

6. Иначе вывести на устройство отображения показания индикатора цифрового аттенуатора.

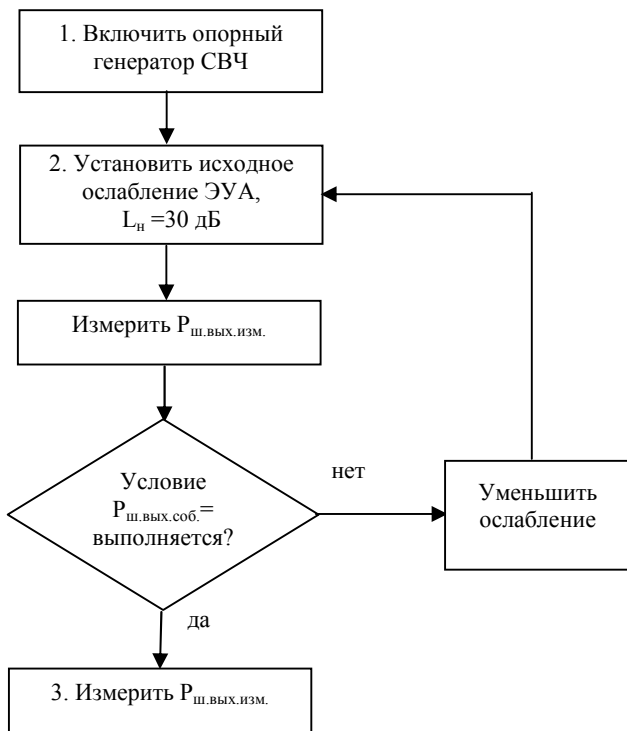


Рис.

Критерием частоты прерывания во времени для дискретного регулятора является заданная точность затухания переходного процесса во всех звеньях системы между двумя импульсами прерывателя.

Расчитать время затухания переходных процессов до заданного уровня во всех звеньях дискретного регулятора задача весьма сложная и к тому же, в связи с нестабильностью элементов, расчётное время затухания не может быть строго детерминировано при всех режимах работы регулятора. В связи с указанным, автор разработал методику контроля полного насыщения токозадающих ключей ЭУА. Указанный режим ключа наступает при завершении переходных процессов в цепях регулятора. При этом полностью будет выполнено условие устойчивости, при котором в автоматической системе регулирования (АСУ) надёжно различается разность

$$|x - x_k| \leq 0,5\eta,$$

где  $x_k$  – компенсирующий сигнал, а  $\eta$  – зона нечувствительности АСУ.

**Выводы.** Проведенное исследование позволило разработать методические основы контроля нестабильности режимов облучения биообъектов, возникающих за счет погрешностей в телекоммуникационных системах, влияние индустриальных и температурных погрешностей, нестабильности источников электромагнитных сигналов. Экспериментальное исследование показало, что время измерения величины изменения напряженности поля на входе РПУ на 1 дБ составляет 0,5 – 1 мс, при точности 0,2 – 0,3 дБ.

Разработанный алгоритм измерения нестабильности позволяет реализовать систему автоматического принятия решения о продолжении облучения биообъекта в случае граничных значений в режиме электромагнитного воздействия близких к аварийному состоянию.

**Список литературы:** 1. Радиосистемы передачи информации: Учеб. пособие для вузов / В.А. Васин, В.В. Калмыков, Ю.Н. Себекин, А.И. Сенин, И.Б. Федоров / Под ред. И.Б. Федорова и В.В. Калмыкова. – М.: Горячая линия, 2005. – 472 с. 2. Шахнович И. Современные технологии беспроводной связи. – М.: Техносфера, 2004. – 168 с. 3. Основы построения систем и сетей передачи информации: Учебное пособие для вузов / В.В. Ломовицкий, А.И. Михайлов, К.В. Шестак, В.М. Щекотихин / Под ред. В.М. Щекотихина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 382 с. 4. Адрианов В.И., Соколов А.В. Средства мобильной связи. – СПб.: ВУН – Санкт-Петербург, 1998. – 256 с. 5. Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В. Защита от утечки информации по техническим каналам: Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 416 с. 6. Акимов П.С., Сенин А. И., Соленов В.И. Сигналы и их обработка в информационных системах: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1994. – 256 с. 7. Бриндли К. Измерительные преобразователи. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 159 с. 8. Игнатов В.П. Периодические дискретные каналы с оптимальными корреляционными свойствами. – М.: Радио и связь, 1992. – 640 с. 9. Маковеева Н.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами. – М.: Радио и связь, 1997. – 528 с. 10. Корсунов А.Р. Программируемый и контролируемый аттенуатор 1...4 ГГц // Приборы и техника эксперимента. – 2001. – №3. – С.121–124.

Поступила в редакцию 20.04.2007