

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

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПЕРЕНОСА СИГНАЛА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОСТРУКТУРЫ

У статті проаналізовані методи організації комплексів сполученого електромагнітного впливу на біооб'єкти на засадах телекомунікаційних технологій. Це дозволить частково вирішити загальну задачу формування інтегрованих інформаційних мереж в медично-клінічних структурах.

This paper analyses organisation methods of combination electromagnetic influence complex on the bioobject, foundation telecommunication technology. It is solve problems forming integration information net in medical-clinical structures.

**Постановка проблемы.** Открытость Украины в современном сверх-технологическом сообществе передовых стран возможна только на основе развитых телекоммуникационных технологий. Возник новый термин – “телематика”, объединяющий два понятия: “телекоммуникация” и “информатика” [1]. Развитие современных комплексов электромагнитного воздействия на биоструктуры (КЭМВБ) обозначило одну из областей исследования – перенос сигнала сочетанного воздействия на биоструктуры по сетям телекоммуникационной системы [2]. Работа с подобной системой выводит методы воздействия на биообъекты на новый технологический и информационный уровень, включая его в общую мировую информационную систему (по определению Вернадского в «Ноосферу»). Это позволит учитывать опыт мировых технологий в данном направлении, поставить под международное наблюдение подобные исследования, эксперименты и терапию, с контролем уровня излучений, их частот, объектов воздействия и т.п.

Система КЭМВБ формирует электромагнитную среду вокруг пациента с учётом биологической обратной связи с ним. В связи с этим необходимо, чтобы точность передачи биотропных сигналов по каналам связи не приводила к искажению, создаваемой электромагнитной оболочки вокруг пациента.

**Анализ литературы.** Информационная сеть КЭМВБ образуется в результате интеграции средств связи и гибких управляющих систем [3]. Сетевая архитектура телекоммуникационной системы КЭМВБ должна сопрягаться с базовой моделью уровней протоколов взаимодействия открытых систем (ВОС) по семиуровневому стандарту, который определяет уровневые сети и протоколы [4].

При выбранном обустройстве сеть связи и базы данных (БД) КЭМВБ имеют возможность самостоятельного развития на базе существующих стандартов, протоколов и интерфейсов [5]. Подобная структура отображается следующей формулой:

$$IN = K_{mp} + ПК,$$

где  $IN$  – интеллектуальная сеть;

$K_{mp}$  – коммутатор;

ПК – персональный компьютер.

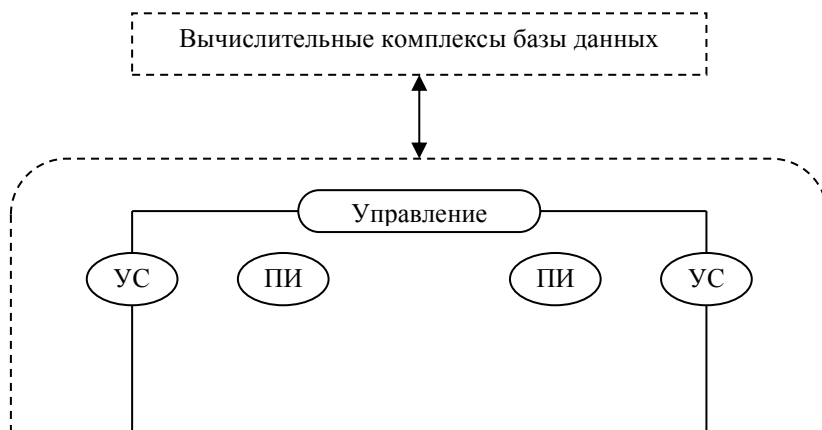
Верхний слой сети образуется из каналов, предназначенных обслуживать конечных пользователей [6]. Сформировав структуру сети, необходимо решить задачу по оценке точности передачи биотропных сигналов в системе телекоммуникации.

**Цель статьи.** Разработать структуру телекоммуникационной системы КЭМВБ и методические основы расчёта параметров сигналов передаваемых в подобной структуре.

### Основной материал исследования.

В состав КЭМВБ входит (рис.):

1. Каналы связи (КС).
2. Узлы связи (УС).
3. Блоки измерения – источники информации (ИИ).
4. Формирователи электромагнитных сигналов различного рода – получатели информации (ПИ).
5. Вычислительные комплексы базы данных (БД).
6. Управляющие вычислительные комплексы.



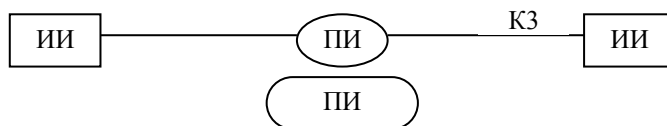


Рис. Информационная сеть КЭМВБ

Шеннон показал [6], что пропускная способность  $C$  (т.е. максимальная безошибочная скорость передачи данных в бит/с) канала связи определяется выражением

$$C = W \log_2 \left( 1 + \frac{P_c}{N_0 W} \right),$$

где  $W$  – ширина доступной полосы пропускания канала;

$P_c$  – допустимая мощность сигнала на входе приемника;

$N_0 W = P_{\text{ш}}$  – мощность шума в полосе частот с шириной  $W$ , которая поступает в приемник.

Помехоустойчивость передачи сигнала определяется соотношением  $h^2 = P_c / P_{\text{ш}}$ . Вероятность допускаемой ошибки  $P_{\text{ош.доп.}}$  функционально связана с соотношением  $h^2$ . Причины ошибок передачи сигналов в данном случае могут быть двух типов:

1. Воздействие потока импульсных помех с интенсивностью  $\beta$ .
2. Воздействие потока импульсных помех типа белого шума.

Суммарная вероятность ошибки составит:

$$P_{\text{ош}\Sigma} = P_{\text{ош(и)}} + P_{\text{ош(ш)}} - P_{\text{ош(и)}} P_{\text{ош(ш)}},$$

где  $P_{\text{ош(и)}}$  – вероятность ошибки за счет импульсных помех;

$P_{\text{ош(ш)}}$  – вероятность ошибки за счет воздействия белого шума.

Третье слагаемое со знаком минус характеризует возможность двойной ошибки за счет импульсной помехи и белого шума.

Анализ вероятности ошибки за счет импульсных помех. Помехозащищенные коды позволяют справляться одиночные ошибки. Проанализируем в связи с этим вероятность появления двух и более ошибок. Вероятность появления такого числа помех совпадает с вероятностью появления соответствующего числа импульсных помех.

При пуассоновском потоке [7] эта вероятность определяется по формуле:

$$P_n = \frac{\beta \cdot \tau_n \cdot K^n}{n!} e^{-\beta \tau_n k}, \quad (1)$$

где  $K$  – разрядность информации;

$\tau_n$  – длительность импульса, передаваемого в линию связи;

$\tau_n k$  – период передачи сигнала  $i$ -го узла.

Поскольку вероятность  $P(n)$  быстро уменьшается с ростом  $n$ , то можно ограничиться расчётом для трёх значений  $P(2)$ ,  $P(3)$  и  $P(4)$ , после сложения которых определяем вероятность ошибки за счет импульсных помех

$$P_{\text{ош(и)}} = \sum_{m=2}^4 P(m) = P_2 + P_3 + P_4.$$

Вероятность ошибки за счет шумов типа белого шума определим воспользовавшись аппроксимирующими выражениями для случая амплитудной модуляции [8]

$$P_{\text{ош(АМ)}} = 0,5 e^{-0,1 h^2}. \quad (2)$$

Для нормальной работы канала и обеспечения заданной помехозащищенности необходимо чтобы

$$P_{\text{ош}\Sigma} \leq P_{\text{ош.доп.}}$$

Поскольку ошибки за счет белого шума заберут предусмотренный в неравенстве запас, то определим допустимое значение  $P_{\text{ош(ш)}}$

$$P_{\text{ош(ш)}} \leq \frac{P_{\text{ош.доп.}} - P_{\text{ош(и)}}}{1 - P_{\text{ош(и)}}}.$$

**Заключение.** В телекоммуникационной системе КЭМВБ используются, в частности, информационные биоритмические сигналы с максимальной частотой  $f_{\text{верхн}} \approx 100$  Гц (сердечный ритм) [9]. В соответствии с теорией Котельникова для передачи сообщения с  $f_{\text{верхн}} = 0,1$  кГц требуется брать отсчет сигнала с частотой  $f_d \geq 2 \cdot f_{\text{верхн}} \approx 0,5$  кГц. Учитывая 8-ми разрядный код информационного сообщения, 4-х разрядный код номера канала, 4 разряда кода Хэмминга, получим, что для передачи одной кодовой последовательности необходимо  $K = 17$  бит.

За один период частоты  $f_d$  необходимо передать 17 импульсов. Количество каналов порядка 15 (см. рис.). Отсюда частота передачи импульсов составит  $f_{\text{ти}} \approx 0,13$  МГц. Интенсивность пуассоновского потока  $\beta = 15$ ,  $t \approx 100$  мс, следовательно вероятность появления двух импульсов помехи  $P(2) \approx 2 \cdot 10^{-6}$ . Воспользовавшись приближенным выражением (2) найдем  $h = 1,73$ . Это минимальное отношение сигнал/помеха для канала связи в КЭМВБ.

Полученные результаты составляют основу методики расчета статистических характеристик каналов передачи сигналов в комплексах воздействия на биологические объекты и могут послужить развитию концептуального подхода к формированию энергетической составляющей сигналов воздействия.

**Список литературы:** 1. Корсунов А.Р., Черкасов С.А. Сочетанные методы взаимодействия с биоструктурой на базе электромагнитного комплекса // Технология приборостроения. – 2002. – № 2. – С. 19–29. 2. Телематика для досліджень, медицини та бізнесу / Тезиси докладов Международной конференции. – К.: НТУ "КПИ". – 2002. – 195 с. 3. Recommendation G.803. Architectures of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH). 4. Уолдрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети. – М.: Постмаркет. – 2001. – 480 с. 5. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі. – К.: Техніка, 2001. – 392 с. 6. Бондарев В., Трестер Г., Чернега В. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. – Х.: Конус, 2001. – 398 с. 7. Теория телетрафика / Под ред. Г.Л. Башарина. – М.: Связь, 1997. – 320 с. 8. Теория сетей связи / Под ред. В.Н. Гочинского. – М.: Радио и связь, 1981. – 192 с. 9. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ / Под ред. А.Л. Барановского и А.П. Немирова. – М.: Радио и связь, 1993. – 248 с.

Поступила в редакцию 23.09.2005