

КОНЦЕПЦИИ КОСМОТЕОРИИ. ПРИНЦИПЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СООТВЕТСТВИИ С КРИТЕРИЕМ МАКСИМУМА ГАРМОНИИ (Сообщение 25)

Н.П. СУВОРОВ, И.Г. СУВорова

Викладається методологія управління кількістю і якістю енергії взаємодії в енергоінформаційних системах різної фізичної природи.

Ключові слова: гармонія, цілісність.

COSMOTHEORY CONCEPTS. THE PRINCIPLE OF OPTIMIZATION OF ENERGY INFORMATION SYSTEMS IN ACCORDANCE WITH THE CRITERIA OF MAXIMUM HARMONY (Communication 25)

N. SUVOROV, I. SUVOROVA

Outlining the methodology for controlling the amount and quality of the interaction energies in energy information systems of different physical nature.

Keywords: harmony, integrity.

Известно, что важнейшим показателем качества функционирования цифровой информационной системы является достоверность (верность, помехоустойчивость). Количественно достоверность информационной системы оценивается вероятностью ошибки. Следовательно, рассматриваемая категория качества информационной системы имеет строгое количественное выражение.

Свойство информационной системы – достоверность зависит от большой совокупности факторов, в частности, типа сигналов, способов кодирования и декодирования, методов обработки (приема), способов синхронизации, физической природы линий связи и каналов коммуникации, вида помех и других причин.

Математическая модель одиночного элементарного электрического сигнала имеет вид

$$S(t, c) = c\eta(t),$$

где c – энергетический параметр, одномерная величина;

$\eta(t)$ – нормированная базисная функция, определяющая вид (форму) переносчика информации.

Совокупность $\{S_i(t, c)\}_{i=1}^M$ – ансамбль сигналов, M – объем алфавита сигналов.

Величина $E_0 = \int_{\{T\}} S^2(t, c) dt = PT$ – собственная энергия сигнала;

$\{T\}$ – временной интервал наблюдения, или длительность сигнала;

P – мощность сигнала.

Величина E_0 – мерная величина, определяющая количество энергии сигнала.

Под воздействием помех в канале связи сигналы искажаются, вследствие чего возникают ошибки в информационном сообщении.

Качественное, коренное изменение свойства достоверность произошло после разработки оптимальных способов приема (обнаружения и измерения параметров) сигналов.

Основным устройством оптимального приема одиночного сигнала $S(t, c)$ является коррелятор (либо фильтр, согласованный со спектром сигнала).

В основе научной парадигмы процесса формирования оптимального приема одиночного сигнала заложен способ установления гармонии путем сравнения реального сигнала $S(t, c)$ и его эталонного образа $S_s(t, c)$.

Операция сравнения сигналов реализуется с помощью вычисления корреляционной функции (функционала)

$$E = \int_{\{T\}} S(t, c) S_s(t, c) dt$$

Величина E – енергія внутрішнього взаємодіяння (автокорреляція) реального $S(t, c)$ і еталонного $S_s(t, c)$ сигналів.

Коефіцієнт автокорреляції

$$\rho = \frac{1}{E_0} \int_{\{T\}} S(t, c) S_s(t, c) dt = \int_{\{T\}} \eta(t) \eta_s(t) dt$$

определяет свойство согласованности, слияния сигналов $S(t, c)$ и $S_s(t, c)$,

$$E_0 = \int_{\{T\}} S^2(t, c) dt = \int_{\{T\}} S_s^2(t, c) dt = PT -$$

собственная энергия сигнала.

Коефіцієнт автокорреляції кількісно визначає величину (міру) внутрішньої гармонії.

Внутрішня гармонія одиночного сигналу стає максимальною, коли забезпечується рівність

$$\eta(t) = \eta_s(t).$$

Коефіцієнт автокорреляції при цьому стає максимальним і рівним

$$\rho = \int_{\{T\}} \eta(t) \eta_s(t) dt = 1.$$

Енергія внутрішнього взаємодіяння при максимальній внутрішній гармонії також стає максимальною і рівною

$$E = \int_{\{T\}} S(t, c) S_s(t, c) dt = E_0 \rho = E_0.$$

Таким чином, енергія внутрішнього взаємодіяння (автокорреляція) сигналів $S(t, c)$ і $S_s(t, c)$ включає в себе кількість і якість енергії.

Кількісно максимальне значення енергії внутрішнього взаємодіяння визначається власною енергією E_0 .

Якість енергії внутрішнього взаємодіяння визначається гармонією, кількісно вираженою коефіцієнтом автокорреляції ρ .

Головне достоїнство оптимального прийому полягає в тому, що для підвищення достовірності використовується не потужність P , а енергія $E_0 = PT$ сигналу.

В середині минулого століття було успішно проведено радіолокація Луни для точного визначення відстані між Луною і Землею при обмеженій потужності P радіолокаційної станції за рахунок великого часу зондування T і забезпечення на цій основі високої енергетики.

Максимальна кількісна величина енергії внутрішнього взаємодіяння $E = E_0$ забезпечується шляхом зростання якості енергії – узгодження, узгодженості, гармонії сигналів $S(t, c)$ і $S_s(t, c)$.

Рассогласование – дисгармонія реального і еталонного сигналів між собою в самому загальному вигляді можна представити в формі нерівностей

$$S(t, c) \neq S_s(t, c), \eta(t) \neq \eta_s(t).$$

Положимо для простоти аналізу, що

$$S_s(t, c) = S(t + x, c), \eta_s(t) = \eta(t + x),$$

здесь x – параметр рассогласования.

Оптимальний прийом одиночного сигналу можна здійснити в розглянутому випадку на основі максимізації функціонала кореляції

$$E(x) = \int_{\{T\}} S(t, c) S_s(t + x, c) dt = E_0 \rho(x),$$

$$\text{где } \rho(x) = \frac{1}{E_0} \int_{\{T\}} S(t,c)S_s(t+x,c)dt = \int_{\{T\}} \eta(t)\eta_s(t+x)dt .$$

Рассогласование приводит к дисгармонии, падению $\rho(x)$ и $E(x)$, падению достоверности.

Рассмотрим основные идеи реализации оптимального приема более сложных, нежели одиночных – двоичных сигналов для повышения достоверности информационных сообщений.

Если оптимальный прием одиночного сигнала основывается на решении задачи оптимального статистического (вероятностного) обнаружения, то оптимальный прием двоичных сигналов основывается на решении задачи оптимального их различения.

Модель двоичных сигналов имеет вид $S_i(t,c) = c\eta_i(t)$, $i = 1,2$.

Для оптимального различения двоичных сигналов в подсистеме приема информационной системы необходимо иметь два коррелятора с общим входом (либо два согласованных фильтра). На общий вход поступают искаженные сигналы. На второй вход каждого из корреляторов подается дополнительно "свой" эталонный (опорный) сигнал соответственно $S_{s1}(t,c)$ и $S_{s2}(t,c)$.

Оптимальное различение двоичных сигналов осуществляется в соответствии с критерием максимума внутренней и внешней гармонии сигналов.

Внутренняя гармония сигнала определяется коэффициентом автокорреляции ρ .

Внешняя гармония сигналов (гармония между сигналами) определяется коэффициентом взаимной корреляции r .

Совместная максимизация внутренней и внешней гармонии обеспечивается путем максимизации коэффициента автокорреляции ρ и минимизации коэффициента взаимной корреляции r .

Энергия внутреннего взаимодействия (автокорреляция) любого информационного сигнала со своим эталоном имеет вид

$$E = \int_{\{T_0\}} S_i(t,c)S_{si}(t,c)dt = E_0\rho_i = E_0\rho, \quad i = 1,2,$$

коэффициент автокорреляции равен

$$\rho = \rho_i = \frac{1}{E_0} \int_{\{T_0\}} S_i(t,c)S_{si}(t,c)dt = \int_{\{T_0\}} \eta_i(t)\eta_{si}(t)dt, \quad i = 1,2.$$

Энергия внешнего взаимодействия сигналов (взаимная корреляция)

$$E = \int_{\{T_0\}} S_i(t,c)S_{sj}(t,c)dt = E_0r_{ij} = E_0r, \quad i \neq j, \quad i, j = 1,2,$$

коэффициент взаимной корреляции сигналов равен

$$r = r_{ij} = \frac{1}{E_0} \int_{\{T_0\}} S_i(t,c)S_{sj}(t,c)dt = \int_{\{T_0\}} \eta_i(t)\eta_{sj}(t)dt.$$

Полная энергия взаимодействия сигналов – автокорреляция и взаимная корреляция имеет вид

$$E = \int_{\{T_0\}} S_i(t,c)S_{si}(t,c)dt = \begin{cases} E_0\rho, & i = j, \\ E_0r, & i \neq j, \end{cases} \quad i, j = 1,2.$$

Коэффициенты авто- и взаимной корреляции имеют значения

$$\frac{1}{E_0} \int_{\{T_0\}} S_i(t,c)S_{sj}(t,c)dt = \int_{\{T_0\}} \eta_i(t)\eta_{sj}(t)dt = \begin{cases} \rho, & i = j, \\ r, & i \neq j, \end{cases} \quad i, j = 1,2.$$

Для ортогональных сигналов $\rho = 1$, $r = 0$.

С геометрической точки зрения достоверность сигналов при оптимальном приеме зависит от евклидова расстояния между ними

$$\int_{\{T_0\}} [S_1(t,c) - S_2(t,c)]^2 dt \sim E = E_0(\rho - r) = PT_0(\rho - r).$$

При этом вероятность ошибки произвольных двоичных сигналов определяется выражением

$$P_{out} = 1 - F\left(\sqrt{\frac{E_0(\rho - r)}{N_0}}\right),$$

где $F(x)$ – функция Лапласа, N_0 – спектральная плотность помех.

С физической точки зрения достоверность оптимального приема сигналов зависит не только от мощности P , но от полной энергии внутреннего и внешнего взаимодействия $E = E_0(\rho - r) = PT_0(\rho - r)$, здесь E_0 – количество собственной энергии, P – мощность, T_0 – длительность сигналов.

Энергия внутреннего и внешнего взаимодействия включает в себя категории количество и качество энергии.

Максимальное количество энергии взаимодействия определяется собственной энергией E_0 .

Качество энергии взаимодействия определяется внутренней и внешней гармонией – коэффициентами авто- и взаимной корреляции (ρ и r).

Высшее количественное значение энергии взаимодействия $E = E_0$ обеспечивается за счет достижения высшего показателя качества энергии сигналов, высшего показателя гармонии сигналов $\rho \rightarrow 1$, $r \rightarrow 0$, ($\rho - r \rightarrow 1$).

Двоичные ортогональные сигналы имеют высшие показатели качества, высшие показатели гармонии (авто- и взаимной корреляции), следовательно, и высшие показатели количества энергии взаимодействия сигналов $E = E_0$. Поэтому их достоверность выше по сравнению с неортогональными негармонизированными сигналами.

Оптимальные способы приема (обработки) дискретных сигналов следует отнести к инновационным технологиям в развитии информационных цифровых систем. Они обеспечивают радикальный рост достоверности на основе управления количеством и качеством энергии взаимодействия сигналов.

На примере использования элементарных электрических сигналов доказано, что оптимальные технические энергоинформационные системы, в отличие от обычных (неоптимальных), формируют высокое качество функционирования путем роста количества и качества энергии взаимодействия на основе максимизации гармонии сигналов. Это – революционное научно обоснованное утверждение.

Выражение $E = E_0(\rho - r) = PT_0(\rho - r)$ характеризует энергию взаимодействия двоичных элементарных сигналов при их оптимальной поэлементной обработке на интервале наблюдения одного бита информации длительностью T_0 и собственной энергии $E = PT_0$.

При фиксированной мощности сигналов P можно дополнительно повысить достоверность передачи информации за счет роста длительности, или времени передачи сигналов. Например, путем m - кратного повторения одного и того же информационного элемента длительностью T_0 . В этом случае общее время передачи сигналов увеличивается и становится равным $T = mT_0$.

Энергия взаимодействия сигналов длительностью T растет в соответствии с выражением

$$E = PT(\rho - r) = PT_0m(\rho - r) = E_0m(\rho - r).$$

Совокупность из m повторяющихся элементов составляет простейшую структуру сигналов, в которой информационным является один сигнальный элемент, остальные $(m - 1)$ элементов – неинформационными, избыточными.

Чтобы обеспечить высокое качество обмена информацией при использовании информационной структуры, необходимо установить правила наилучшего объединения элементов.

Наилучший способ объединения совокупности отдельных элементов в единое целое есть гармония энергоинформационной структуры.

Единство, слияние совокупности отдельных составляющих, элементов, компонент, сущностей в единое целое есть целостность структуры.

Единство, слияние отдельных составляющих, элементов, компонент, сущностей, структур и подсистем в единое целое есть целостность системы.

Наконец, единство, слияние, совокупность отдельных систем есть целостность систем.

При всех видах исследований полезной является следующая классификация типов гармонии:

- ✓ – гармония элемента, компонента, сущности (внутренняя гармония) – ρ ;
- ✓ – гармония между элементами (внешняя гармония) – r ;
- ✓ – гармония элементов (совместная внутренняя и внешняя гармония) – $(\rho - r)$;
- ✓ – гармония образа; гармония между образами; гармония образов;
- ✓ – гармония структуры (совокупности элементов);
- ✓ – гармония между структурами;
- ✓ – гармония структур;
- ✓ – гармония системы;
- ✓ – гармония между системами;
- ✓ – гармония систем.

Методы и способы построения оптимальных и совершенных энергоинформационных образов, структур и систем едины. Они основываются на использовании принципов гармонии и целостности. Оптимизацию совокупности энергоинформационных систем различной природы обеспечивает системная оптимизация.

Гармония структуры сигнальных элементов количественно равна

$$m(\rho - r) = \frac{E}{E_0}$$

Она определяет выигрыш по энергетике полной совокупности сигнальных элементов по сравнению с энергетикой одиночного элемента.

При максимальном значении внутренней и внешней гармонии элементов ($\rho \rightarrow 1, r \rightarrow 0, (\rho - r) \rightarrow 1$), максимальное значение гармонии структуры равно $m(\rho - r) = m$.

Таким образом, совместная гармония элементов и гармония структуры обеспечивают на основе синхронного (когерентного) накопления (суммирования) элементов m – кратный рост энергии взаимодействия $E = mE_0$ и, как следствие, – существенное повышение достоверности передаваемой информации.

Однако, если внутренняя и внешняя гармония мала, в пределе $(\rho - r) \rightarrow 0$, то при любых сколь угодно высоких значениях m и E_0 , энергетический потенциал структуры $E = mE_0(\rho - r) \rightarrow 0$ будет низким, что может привести к полной потере работоспособности информационной системы.

Гармонизированная техническая энергоинформационная система способна при использовании сложных сигналов с основанием $M \rightarrow \infty$ обеспечить высший энергетический потенциал, высшее качество функционирования, в частности, высшие информационные показатели – достоверность, скорость передачи информации при минимальном расходе энергии на бит информации и минимальной мощности излучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Энергоинформационные системы приобрели высокий уровень развития в середине XX века. Особенно бурный качественно-количественных их рост произошел в период интенсивной гонки вооружений между СССР и США. Так, например, высококачественные энергоинформационные системы боевого управления были востребованы в такой же мере, как и ракетно-ядерное оружие. По сути говоря, лучшие умы, цвет цивилизации длительное время работали над проблемой создания и совершенствования ракетно-ядерного оружия и лучших систем боевого управления.

Лучшими, высококачественными являются оптимальные системы управления и связи. Выдающаяся роль в научном обосновании оптимальных систем управления и связи принадлежит американским ученым Норберту Винеру, породившему кибернетику, и Клоду Шеннону, разработавшему теорию информации. Н. Винер установил количественную меру оптимальности управления. К. Шеннон определил количественную меру информации и разработал на этой основе математическую теорию связи, а также идеи построения оптимальных технических энергоинформационных систем. Указанные корифеи науки заложили фундамент развития оптимальных систем управления и связи на многие столетия вперед.

Опыт развития энергоинформационных систем в XX веке оказался бесценным не только для глубокого понимания сложных технических идей, но и более ясного научного познания антропологических сущностей, структур, систем – человека, коллектива людей.

Важнейшим для построения эффективных энергоинформационных систем является понятие оптимальность. Однако абстрактное слово оптимальность не помогло сотворить синтез оптимальных устройств и систем. Только после научного обоснования критериев оптимальности, синтез оптимальных устройств и систем стал реальным.

Используя изоморфизм можно провести синтез не только оптимальных технических, но и совершенных биоэнергоинформационных систем. Проблема формирования совершенного человека может быть решена после обоснования критериев совершенства. Обоснование и установление критериев совершенства человека, делает решение проблемы формирования совершенного человека реальной.

Дата поступления: 26.03.2013 р