КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ СООБЩЕНИЙ

В.С. Зеньков

В практике часто возникает необходимость в характеристике неопределенности, позволяющей получить общее представление о временном изменении информационной среды связи с получением случайной информации. Подобная «временная» характеристика особенно важна для анализа случайных сообщений, оказывающих существенное влияние на принимаемое решение, т.е. когда решение принимается после сличения случайной информации с заранее известной копией принимаемого решения. В качестве такой временной характеристики можно использовать автокорреляционную функцию сообщения [1]. Говоря о «сообщении» следует иметь в виду, что многие интегральные преобразования к случайным процессам не применимы. Невозможно определить информационную емкость $G(\omega)$ для функции, соответствующей, например, речи человека [2].

Для применения автокорреляционной функции введем понятие информационная плотность среднего (по времени) квадрата случайной функции G(t). Если под случайной функцией G(t) подразумевать емкость информационного сообщения, то средний квадрат или дисперсию этой функции можно рассматривать как среднюю мощность информационного давления при частоте сообщения (ω).

Указанные характеристики случайного информационного сообщения могут быть определены, если известны параметры его отдельных составных частей. Наиболее просто этот вопрос решается для стационарного информационного процесса, представляющего собой наложение одинаковых сообщений, распределенных во времени; такой является, например, официальная повседневная информация [3]. Рассматривая ее в виде случайной функции G(t), длящейся от t=0 до $t=+\infty$, выделим интервал (0; T/2), внутри которого имеется k случайных сообщений. Считая теперь T периодом повторения случайных сообщений, получаем периодическую функцию с дискретными частотами сообщений: $n \cdot \frac{2\pi}{T}$, где n=0,1,2... Для определения мощности любой из них выделим сообщение, поступившее в момент времени t_k, и запишем его информационную емкость в виде $G_k(\omega)=G(\omega)u_e^{-\omega t_k}$, где $G(\omega)$ – информационная емкость сообщения, в момент времени t=0. Ориентируя теперь $T \to \infty$ и переходя от дискретного сообщения к непрерывному, длящемуся от 0 до ∞, получаем:

$\underline{\lim\limits_{T \to \infty} G(\omega)u_\varepsilon^{-\omega t_k}} = \omega$, где ω – текущее состояние сообщений.

Информационная плотность стационарного сообщения $W(\omega)=2K_1 * [G(\omega)]^2$ определяется информационной плотностью разовых сообщений $[G(\omega)]^2$.

Если K_1 – средняя частота появления сообщений, то произведение $2K_1 \cdot [G(\omega)]^2$ получает смысл мощности информационного давления (дисперсии) случайного сообщения, из которого вытекает, что дисперсия случайной функции может быть выражена через W(w) следующим образом:

$$\delta = 1/(2\pi)^* {}_c + \int_0^\infty W(\omega) d w,$$

где W(w) – давление, мощность.

Чем меньше длительность случайного сообщения, тем выше его информационное воздействие на всех иерархических уровнях. Стационарный вероятностный процесс с равномерным информационным давлением будет соответствовать кулевому уровню информационной неопределенности маркетинговой среды [4].

Наибольшим приближением к стационарным случайным процессам с гауссовым распределением являются «слухи», обусловленные неопределенностью информационного поля. Неизбежные в любом информационном пространстве они определяют верхний предел скорости передачи информации при заданных параметрах полезного сообщения и могут иметь деструктивную силу.

В природе существует два основных источника слухов: нечеткость информации о ситуации и дезинформация.

Мгновенное значение параметров информации в какой-либо фиксированный момент времени t может быть любой величины, а это означает, что ее следует рассматривать как случайную величину, характеризуемую непрерывным распределением [5]. Тогда задача сводится к отысканию закона распределения для функции G(t), определяющей информационную емкость сообщения и являющейся суммой сдвинутых во времени сообщений.

Предположим, что за время T, достаточно большое по сравнению с длительностью поступления официальной информации t_0, поступает K сообщений случайной информации. Тогда случайная суммарная информация в момент времени t может быть представлена в виде суммы информационных сообщений:

$$G(t) = \sum_{k=1}^{K} G_e(\Delta t_k),$$

где $G_e(t)$ – информационная емкость сообщения в информационной цепи в момент времени t=0 , а t_k – момент поступления K-го сообщения.

Эти моменты можно считать случайными и равновероятными в интервале (0,T). Теперь определим среднее значение информационной емкости сообщения с помощью выражения:

$$G_0 = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T}\int_0^T g(t)dt = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T}\int_0^T \sum_{k=1}^{K} G_e(t-t_0)dt$$

Меняя местами порядок интегрирования и суммирования, будем учитывать, что, независимо от момента поступления сообщения, $\int_0^T G_e(t-t_k)dt = e$, где e – информационная емкость разового сообщения,

$$G_0 = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T}\sum_{k=1}^{K} e = e \lim_{T\to\infty} \frac{K}{T} = eK_1 ,$$

где $K_1 = \lim_{T\to\infty} \frac{K}{T}$,

представляет собой среднюю, полученную за единицу времени информационную емкость сообщения.

Поток неофициальной информации можно представить в виде случайного процесса, образованного информационной волной мгновенного значения относительно среднего значения официальной информации $G_0=eK_1$. При этом существенно то, что в любой момент времени информационная емкость сообщений G(t) является суммой большого числа перекрывающихся сообщений $G_e(\Delta t_k)$, так как средняя длительность интервала между моментами поступления неофициальной информации, равная $\frac{1}{K_1}$, намного меньше длительности поступления официальной [3].

Таким образом, учитывая случайность появления неофициальной информации, например, слухов t, мы можем считать, что в любой момент времени G(t) является суммой большого числа независимых случайных сообщений $G_e(\Delta t_k)$.

В этих условиях полностью применима центральная предельная теорема теории вероятностей, согласно которой распределение вероятностей для суммы независимых случайных величин с ростом числа слагаемых стремится к нормальному (гауссову закону).

Полагая, что официальная информация может быть представлена в виде постоянной составляющей, среднее значение которой равно нулю, получаем:

$$P(G) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_u} e^{-\frac{G_c^2}{2\sigma_u^2}},$$

где G_c^2 – информационная емкость случайной информации, в виде «слухов». В данном случае σ_u^2 – средний квадрат информационной емкости случайного сообщения (дисперсия слуха), а σ_u – ее среднеквадратичное значение.

По заданному информационному давлению нельзя восстановить исходную функцию, описывающую зависимость состояния информационной среды от сообщений, представленных в виде интеграла Фурье [6]. Однако это позволяет найти функцию корреляции, что превращает ее в механизм оценки состояния неопределенности маркетинговой среды.

Для детерминированного сообщения G(t) конечной длительности автокорреляционная функция определяется выражением:

$$\Psi(\tau) = \int_0^\infty g(t)*g(t-\tau)dt,$$

где τ – величина временного сдвига сообщения, из которого видно, что $\Psi(\tau)$ характеризует степень связи g(t) со своей копией, сдвинутой на величину τ по оси времени.

Ясно, что функция $\Psi(\tau)$ достигает максимума при $\tau = 0$, так как любое сообщение полностью коррелированно с самим собой. При этом

$$\psi(0) = \int_0^{\infty} g^2(t)dt = \delta^2,$$

т.е. максимальное значение автокорреляционной функции равно дисперсии информационного сообщения.

С увеличением τ функция $\psi(\tau)$ убывает и при сдвиге сообщений на величину, превышающую длительность действия сообщения, обращается в нуль.

Чем медленнее изменяется во времени g(t), тем больше интервал τ, в пределах которого наблюдается взаимосвязь между мгновенным значением сообщения и уровнем информационной неопределенности маркетинговой среды.

Если неопределенность образуется хаотическим наложением сообщений, длительность которых бесконечно мала, то и «время корреляции» стремится к нулю, а корреляционная функция приобретает свойства дельта-функции Дирака. Указанные свойства автокорреляционной функции случайного информационного процесса могут быть использованы как алгоритм в разработке автоматизированных систем управления процессом принятия управленческих решений.

Использование интеграла Фурье для оценки информационного давления на маркетинговую среду превращает его в инструмент измерения неопределенности этой среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А., Губин Г.С.* Информационная микроэкономика. СПб, 1988.
2. *Стапелев Ю.М., Старосельский В.А.* Моделирование и управление в сложных системах. М.: Советское радио, 1974.
3. *Гоноровский И.С.* Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Советское радио, 1967.
4. *Зеньков В.С.* Методологические основы формирования маркетинговых информационных систем // Вестник БГЭУ. 2003. №1. С. 48–50.
5. *Хазен А.М.* Введение меры информации в аксиоматическую базу механики. М., 1998.
6. Основы теории оптимального управления / Под ред. В.Ф.Кротова. М., 1990.

РЕЗЮМЕ

Формирование маркетинговой информации рассматривается как процесс, состоящий из элементарных сообщений, в том числе и случайных, влияние которых оценивается посредством использования автокорреляционной функции в виде интеграла Фурье.

SUMMARY

The formation of marketing information is considered as an informational process which consists of simple notices including casual ones, the impact of which is estimated by using autocorrelated function in the form of Furie's intègral.