

А.Г. Коркин, А.Б. Фокин, К.Л. Цвилов
(г. Орел, Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации)

МОДЕЛЬ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В РАДИОКАНАЛЕ

MODEL FOR REGULATING THE DATA TRANSMISSION RATE IN THE RADIO CHANNEL

Оборудование сети радиодоступа осуществляет регулирование скорости передачи в зависимости от состояния канала. Автоматическое регулирование скорости осуществляется реализацией различных схем гибридной решающей обратной связи и выбора схемы модуляции и кодирования, изменением размера блока данных. Предлагается математическая модель регулирования скорости передачи данных с учетом задержек управления.

Radio access equipment regulates the transmission rate depending on the channel state. Automatic rate control is carried out by implementing various hybrid decision feedback schemes and choosing a modulation and coding scheme, adjusting the size of the data block. A mathematical model is proposed for regulating the data transmission rate taking into account tcontrol delays.

Ключевые слова: радиоканал, скорость передачи данных.

Keywords: radio channel, data rate.

Регулирование скорости передачи в радиоканале между базовой и абонентской станциями осуществляется циклически $\tau = \tau_{cqi} + \tau_{per}$, где τ_{cqi} – время задержки передачи информации о состоянии радиоканала по каналу обратной связи, и τ_{per} – время обработки информации о состоянии радиоканала и передачи блока данных с выбранной скоростью передачи. В свою очередь, $\tau_{cqi} = nT_{бд}$, где $T_{бд}$ – длительность блока данных, $n \geq 2$ – задержка передачи сигналов обратной связи, определяемая планировщиком базовой станции.

В современных технологиях мобильного беспроводного доступа задержки в регулировании скорости передачи могут быть больше времени когерентности радиоканала. В данной ситуации планировщик базовой станции при принятии решения о скорости передачи может осуществить выбор более высокой скорости передачи, несоответствующей текущему состоянию радиоканала, что приведет к увеличению ошибочной передачи блоков данных и существенному снижению вероятности связи.

Автоматическое регулирование скорости передачи данных осуществляется за счет адаптивного выбор схем модуляции и кодирования на основе результатов измерений значения отношения сигнал-шум. При этом

определяются пороговые значения отношения сигнал-шум, определяющие интервалы значений данного показателя состояния радиоканала, в которых выполняется требование по достоверности передачи. Выбор определенной схемы гибридной решающей обратной связи, включающей процедуры автоматического запроса повторной передачи и помехоустойчивого кодирования осуществляется на основе оценки вычисляемого значения вероятности ошибки на блок данных.

В предлагаемой модели регулирование скорости передачи данных осуществляется с учетом задержки управления. На каждом временном интервале τ устанавливается максимально допустимое значение скорости передачи $V_{\text{бит } i}$, неизменяющееся на данном временном интервале, при котором обеспечивается требуемое качество связи, определяемое отношением энергии сигнала к мощности помехи $\gamma_{\text{тр}}$, с заданной вероятностью связи $P\{\gamma(t, t + \tau) \geq \gamma_{\text{тр}}\}$ [1]. Значение максимально допустимой скорости передачи данных определяется на основе измерения статистических свойств канала и учитывает автокорреляционную функцию коэффициента передачи радиоканала.

Расчет максимально допустимого значения скорости передачи на временной интервале регулирования осуществляется в соответствии с выражением 1:

$$V(t, t + \tau)_{\text{расч}} = \frac{\beta_m}{h_{\text{тр}}} \cdot \exp\{\sigma \cdot [x \cdot R(\tau) - x_p \sqrt{1 - R^2(\tau)}]\}, \quad (1)$$

где β_m – медианное значение параметра канала β , $\sigma = \sigma_{\ln \beta}$, $R(\tau)$ – нормированная автокорреляционная функция передачи канала, x_p – расчетный параметр.

Выбор скорости передачи из допустимых значений скорости передачи $V_{\text{бит } i}$, определяемых схемами модуляции и кодирования, осуществляется в соответствии с условиями выражений 2-3

$$\left| V_{\text{бит}}(t, t + \tau)_{\text{расч}} - V_{\text{бит } i} \right| \Rightarrow \min. \quad (2)$$

$$V_{\text{бит } i} \leq V_{\text{бит}}(t, t + \tau)_{\text{расч}}. \quad (3)$$

Учет задержек обеспечивает регулирование скорости передачи данных в радиоканале без потерь по вероятности связи.

Список литературы

1. Коркин, А.Г. Оценка скорости передачи в сети радиодоступа. Современные технологии в науке и образовании / А.Г. Коркин, А.Б. Фокин // СТНО-2019: сб. тр. междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; под общ. ред. О.В. Милвзорова. – Рязань, 2019. – Т.1. – С. 122–126.

Материал поступил в редколлегию 12.10.20.