

Алдағы жұмыстар үйрету уақытын қысқартуға, бейнебақылау камераларынан realtime адамның әрекетін тануды ұйымдастыруға бағытталады. Бейнекамералардағы адамның іс-әрекетін компьютердің түсіне алуы, адам мен компьютердің ара-қатынасын жаңа деңгейге алып келетіні анық.

### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. H. Kalantarian, C. Sideris, B. Mortazavi, N. Alshurafa, and M. Sarrafzadeh, "Dynamic Computation Offloading for LowPower Wearable Health Monitoring Systems," IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 64, no. 3, pp. 621–628, 2017
2. A. Pantelopoulos and N. G. Bourbakis, "A survey on wearable sensor-based systems for health monitoring and prognosis," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, vol. 40, no. 1, pp. 1–12, 2010.
3. S. H. Ahmed and D. Kim, "Named data networking-based smart home," ICT Express, vol. 2, no. 3, pp. 130–134, 2016.
4. S. Kumar, "Ubiquitous smart home system using android application," International Journal of Computer Networks & Communications, vol. 6, no. 1, pp. 33–43, 2014.
5. J. Niebles, B. Han, A. Ferencz, and L. Fei-Fei. Extracting moving people from internet videos. In ECCV, 2008.
6. Zhe Cao, Student Member, IEEE, Gines Hidalgo, Student Member, IEEE, Tomas Simon, Shih-En Wei, and Yaser Sheikh, "OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields"
7. Y. Bengio, P. Simard, and P. Frasconi, "Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult," IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol. 5, no. 2, pp. 157–166, 1994.
8. Ferda Ofli, Rizwan Chaudhry, Gregorij Kurillo, René Vidal, Ruzena Bajcsy, "Berkeley MHAD: A comprehensive Multimodal Human Action Database", 2013 IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV)
9. Schalk Wilhelm Pienaar, Reza Malekian, "Human Activity Recognition Using LSTM-RNN Deep Neural Network Architecture", arXiv:1905.00599
10. Zachary C. Lipton, John Berkowitz, Charles Elkan, "A Critical Review of Recurrent Neural Networks for Sequence Learning", arXiv:1506.00019
11. Vu Ngoc Thanh Sang, Nguyen Duc Thang, Vo Van Toi, Nguyen Duc Hoang, Truong Quang Dang Khoa, "Human Activity Recognition and Monitoring Using Smartphones", SpringerLink, 5th International Conference on Biomedical Engineering in Vietnam

УДК 621.391.812.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ КАНАЛОВ С МНОГОЛУЧЕВЫМ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ СИГНАЛОВ

**Сексембаева Манара Ануаровна**

[anuarkizi@gmail.com](mailto:anuarkizi@gmail.com)

докторант 1 курса ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Н. Н. Ташатов

*Математической моделью канала* называют совокупность системного оператора  $L$  и областей допустимых входных сигналов  $V_x$  и допустимых выходных сигналов  $V_y$ , [1, с.128].

Простейшей моделью многолучевого канала является описание интерференции двух лучей: первый луч распространяется по линии визирования, второй – интерферирует с первым после отражения от поверхности земли (рисунок 1).

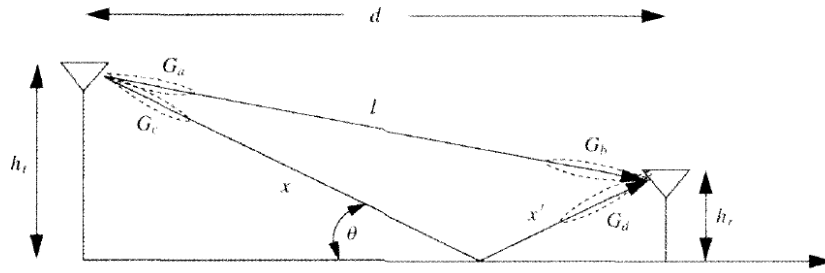


Рисунок 1 – Двухлучевая модель распространения сигнала [2, с.90]

Запишем принимаемый сигнал в виде:

$$r(t) = \operatorname{Re} \left\{ \frac{\lambda \sqrt{G_l} e^{-\frac{j2\pi d}{\lambda}}}{4\pi d} u(t) e^{j2\pi f_c t} \right\} \quad (1)$$

где  $\sqrt{G_l}$  – произведение коэффициентов усиления передающей и приемной антенн по линии визирования,  $e^{-\frac{j2\pi d}{\lambda}}$  – сдвиг фазы при прохождении волной расстояния  $d$  [4, с.85].

Тогда для двухлучевой модели получаем:

$$r_{2\text{-ray}}(t) = \operatorname{Re} \left\{ \frac{\lambda}{4\pi} \left( \frac{\sqrt{G_l} u(t) e^{-\frac{j2\pi l}{\lambda}}}{l} + \frac{R \sqrt{G_r} u(t - \tau) e^{-\frac{j2\pi(x+x')}{\lambda}}}{x + x'} \right) e^{j2\pi f_c t} \right\} \quad (2)$$

где  $\tau = \frac{x+x'-l}{c}$  – время задержки луча, отражённого от земли, относительно прямого луча;  $\sqrt{G_l} = \sqrt{G_a G_b}$  – произведение коэффициентов усиления передающей и приёмной антенн по линии визирования;  $R$  – коэффициент отражения от земли;  $\sqrt{G_r} = \sqrt{G_a G_d}$  – произведение коэффициентов усиления передающей и приёмной антенн по направлению лучей  $x$  и  $x'$ .

При  $\tau \ll B_u^{-1}$ , т.е. узкополосном передаваемом сигнале относительно длительности задержки,  $u(t) \approx u(t - \tau)$ , и мощность узкополосной передачи:

$$P_r = P_t \left( \frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \left( \frac{\sqrt{G_l}}{l} + \frac{R \sqrt{G_r} e^{-j\Delta\varphi}}{x + x'} \right)^2 \quad (3)$$

где  $\Delta\varphi = \frac{2\pi(x+x'-l)}{\lambda}$  – разность фаз между двумя лучами принимаемого сигнала.

На рис.5  $d$  – разнос антенн по горизонтали,  $h_t$  – высота передающей антенны,  $h_r$  – высота приёмной антенны. Получаем:

$$x + x' - l = \sqrt{(h_t + h_r)^2 + d^2} - \sqrt{(h_t - h_r)^2 + d^2} \quad (4)$$

При  $d \gg h_t + h_r$  в линейном приближении после разложения в ряд Тейлора получим разность фаз:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi(x + x' - l)}{\lambda} \approx \frac{4\pi h_r h_t}{\lambda d} \quad (5)$$

Коэффициент отражения от земли:

$$R = \frac{\sin \theta - Z}{\sin \theta + Z} \quad (6)$$

$$Z = \begin{cases} \sqrt{\varepsilon_r - \frac{\cos^2 \theta}{\varepsilon_r}} & \text{для вертикальной поляризации} \\ \sqrt{\varepsilon_r - \cos^2 \theta} & \text{для горизонтальной поляризации} \end{cases}$$

где  $\varepsilon_r$  – диэлектрическая постоянная земли ( $\varepsilon_r = 15$ ) [4, с.90].

Для большого расстояния  $d$ ,  $x + x' \approx l \approx d$ ,  $\theta \approx 0$ ,  $G_l \approx G_r$ ,  $R \approx -1$ . Из (3) получаем:

$$P_r \approx P_t \left( \frac{\lambda \sqrt{G_l}}{4\pi d} \right)^2 \left( \frac{4\pi h_r h_t}{\lambda d} \right)^2 = \left( \frac{\sqrt{G_l} h_r h_t}{d^2} \right)^2 P_t \quad (7)$$

или

$$P_r \text{ дБм} = P_t \text{ дБм} + 10 \lg G_l + 20 \lg(h_r h_t) - 40 \lg d \quad (8)$$

$d \gg h_t + h_r$

Таким образом, в пределе для больших расстояний  $d$  принимаемая мощность обратно пропорциональна 4-й степени  $d$  и не зависит от длины волны  $\lambda$ .

График зависимости мощности на приёме  $P_r$  от расстояния  $d$  по формулам (3) и (7) представлен на рисунке 2.

На небольших расстояниях ( $d < h_t$ ) оба луча складываются арифметически, потери растут медленно ( $\sim \frac{1}{d^2 + h_t^2}$ ,  $h_t \gg h_r$ ).

Для средних расстояний  $h_t < d \leq d_c$  при интерференции лучей образуется волновая картина последовательных максимумов и минимумов – получаем многолучевое замирание.

При критическом расстоянии  $d_c = \frac{4h_r h_t}{\lambda}$  образуется последний максимум, затем мощность сигнала резко падает пропорционально  $\sim \frac{1}{d^4}$ . Таким образом, величина  $d_c$  является максимальным радиусом соты при разработке систем связи по двулучевой модели.

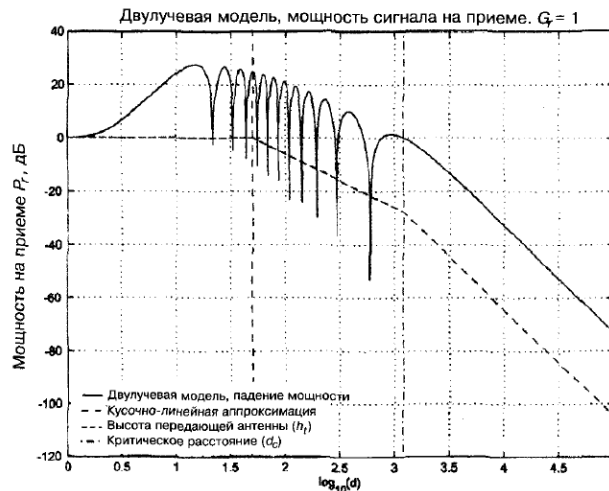


Рисунок 2 – Мощность на приёме в зависимости от расстояния в двулучевой модели распространения сигнала [2, с.91]

Модель интерференции 10-ти лучей была предложена Амитеем (Amitay, 1992). В этой модели улицы прямые, со зданиями по обеим сторонам; передающие и приёмные антенны расположены близко к уровню улицы. Десять лучей представляют собой все тракты с одним, двумя и тремя отражениями (рисунок 3). Для каждой траектории с отражениями существует по два луча каждого типа – по одному с каждой стороны улицы.

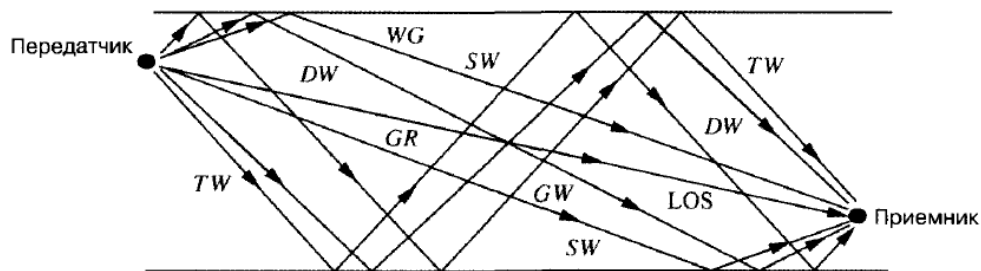


Рисунок 3 – Десятилучевая модель, вид сверху. *LOS* – линия прямой видимости, *GR* – лучи, отражённые от земли, *SW* – лучи, отражённые от стен 1 раз, *DW* – два раза, *TW* – три раза, *GW* – лучи, отражённые от земли и стены

Учитывая (1), получаем сигнал на приёме:

$$r_{10-ray}(t) = Re \left\{ \frac{\lambda}{4\pi} \left( \frac{\sqrt{G_l} u(t) e^{-\frac{j2\pi l}{\lambda}}}{l} + \sum_{i=1}^9 \frac{R_i \sqrt{G_{x_i}} u(t - \tau_i) e^{-\frac{j2\pi x_i}{\lambda}}}{x_i} \right) e^{j2\pi f_c t} \right\} \quad (9)$$

где  $x_i$  – путь отражённого  $i$ -го луча;  $\tau_i = \frac{x_i - l}{c}$  – время задержки  $i$ -го луча,  $\sqrt{G_{x_i}}$  – произведение коэффициентов усиления передающей и приёмной антенн для  $i$ -го луча. Коэффициент  $R_i$  при одном отражении определяется по формуле (6), а при нескольких отражениях – равен произведению коэффициентов одиночных отражений.

Для узкополосного сигнала с  $u(t) \approx u(t - \tau_i)$  получаем мощность на приёме:

$$P_r = P_t \left( \frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \left( \frac{\sqrt{G_l}}{l} + \sum_{i=1}^9 \frac{R_i \sqrt{G_{x_i}} e^{-j\Delta\varphi_i}}{x_i} \right)^2 \quad (10)$$

где разность фаз  $\Delta\varphi_i = \frac{2\pi(x_i - l)}{\lambda}$ .

Согласно эмпирическим данным, при больших  $d$  мощность в данной модели убывает пропорционально  $\sim \frac{1}{d^2}$ . При этом степень спада практически нечувствительна к высоте передатчика.

В двулучевой детерминированной модели нами было показано формирование области замираний передаваемой мощности для средних расстояний между антеннами. Согласно этой модели, на больших расстояниях мощность падает пропорционально  $1/d^4$ .

В десятилучевой детерминированной модели на средних расстояниях также наблюдаются замирания. Интересно, что на больших расстояниях в этой модели мощность падает пропорционально  $1/d^2$ , из-за чего модель получила название «диэлектрического ущелья».

Выбор той или иной модели, эффективность её применения, дальнейшая разработка и совершенствование диктуются требованиями к современным средствам коммуникации и имеющимися в распоряжении исследователей ресурсами.

#### Список использованных источников

1. Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Коржик В.И., Назаров М.В. Теория электрической связи. – М.: Радио и связь, 1999. – 432 с.
2. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации. Основы теории и технологии беспроводной связи. - М.: Техносфера. 2011. — 904 с.

УДК 004

### ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС, ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО УЧЕТА, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Сулейменов Бахытжан Канатович

*Suleimenov\_bk@mail.ru*

Докторант кафедры Вычислительная техника и программное обеспечение

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Профессор, д.ф-м н., К.Т. Искаков

#### Аннотация

В рамках программы «Smart city» продолжаются исследования и изыскания в областях