



ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

На правах рукописи

КОБРИН АРТЕМ ВИТАЛЬЕВИЧ

УДК 621.391

**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ  
НА СТЫКЕ МОБИЛЬНЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ СЕТЕЙ НА  
ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПОТОКОВОГО АГЕНТА**

Специальность: 05.12.02 - Телекоммуникационные системы и сети

Диссертация на соискание учетной степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель  
Поповский Владимир Владимирович  
доктор технических наук

Харьков - 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	3
РАЗДЕЛ 1. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ БУФЕРОМ КОМПЕНСАЦИИ ДЖИТТЕРА	5
Литература	8

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

CDMA	Code Division Multiple Access
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
eNB	E-UTRAN Node B
EPA	Extended Pedestrian A Model
ETU	Extended Typical Urban model
EVA	Extended Vehicular A Model
FTP	File Transfer Protocol
GSM	Global System for Mobile communications
HSPA	High Speed Packet Access
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia Core Network Subsystem
IPTV	Internet Protocol Television
LTE	Long Term Evolution
MCS	Modulation and Coding Scheme
MIMO	Multiple-Input and Multiple-Output
NGN	Next-Generation Network
NS3	Network Simulator 3
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing
QoS	Quality of Service
SINR	Signal to Interference plus Noise Ratio
SIP	Session Initiation Protocol
TB	Transport Block
TD-SCDMA	Time Division Synchronous Code Division Multiple Access
VoIP	Voice over Internet Protocol
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

WiMAX Worldwide interoperability for Microwave Access

xDSL family of technologies Digital Subscriber Line

ГРФКБ Гибридный Робастный Фильтр Калмана-Бьюси

ПА Поточковый Агент

РФКБ Робастный Фильтр Калмана-Бьюси

СКО Средний Квадрат Отклонений

ФКБ Фильтр Калмана-Бьюси

## РАЗДЕЛ 1

### РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ БУФЕРОМ КОМПЕНСАЦИИ ДЖИТТЕРА

Существующие телекоммуникационные системы активно используют различные методы управления: ситуационные, основанные на логике лиц, принимающих решение; автоматические; автоматизированные. Вместе с тем, за последние годы все более процедур в телекоммуникационных сетях новых поколений осуществляется автоматически, с оптимизацией этих процедур, что позволяет за кратчайшее время получать наибольший эффект от управления данными процедурами.

В существующих технологиях большой удельный вес занимают методы управления основанные на принципах Понселе. Данный принцип основан на предположении о том, что любому обнаруженному возмущению находится адекватное управление, реагирующее на это возмущение. Структурная схема управления, функционирующая по принципу Понселе, показана на рис. 1.2.

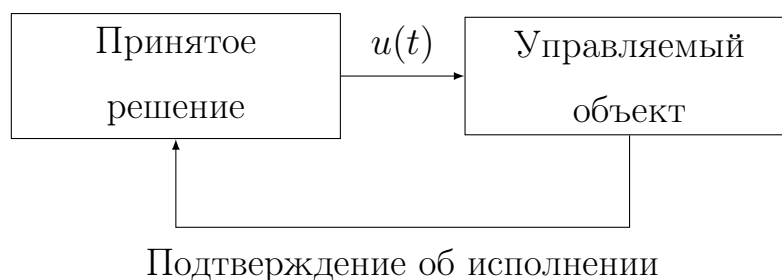


Рис. 1.1. Схема управления по возмущению (принцип Понселе)

Логично, что алгоритм компенсации джиттера должен быть реализован на основе подстройки линии задержки, как результат на отклонение оценки задержки. Из этого следует, что принцип управления Понселе для

синтеза алгоритма управления буфером не подходит. Рассмотрим принцип Уатта, который основан на управлении по отклонению. Данный принцип управления используется в тех устройствах, выходные сигналы которых имеют те или иные отклонения от средних или типовых значений. По сути принцип Уатта лежит в основе построения систем автоматического управления. Структурная схема устройства управления, построенного по принципу Уатта, представлена на рис. ??

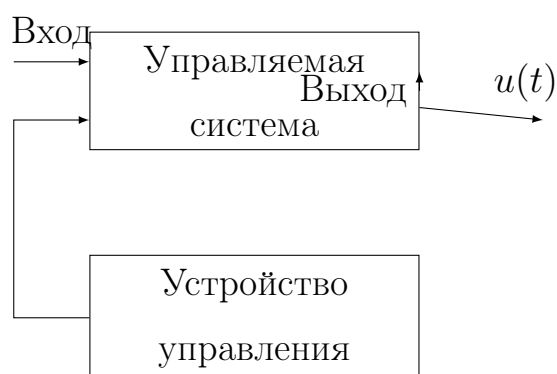


Рис. 1.2. Схема управления по возмущению (принцип Понселе)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ericsson. Ericsson mobility report June 2013 [Электронный ресурс]. Электронные данные. Режим доступа: <http://www.slideshare.net/Ericsson/ericsson-mobility-report-june-2013>. — Дата доступа: 06.08.2013.
2. П. Роковой А. Способ адаптивного регулирования джиттера буфера в VoIP // Весник НТУУ «КПИ» Информатика, управление и вычислительная техника. 2013. № 55. С. 199–204.
3. Recommendation ITU-T G.114 (05/03). One-way transmission time.
4. Clark Alan. Analysis, measurement and modelling of Jitter // Telchemy Incorporated. 2003.
5. Поповский В. В. Ощепков М. Ю. Кобрин А. В. Алгоритмы предварительной компенсации джиттера при передаче потокового видео в беспроводных сетях // Вестник ДУИКТ. 2012. Т. 10, № 1. С. 11–18.
6. Поповский В. В. Кобрин А. В. Тур Б. С. Разработка алгоритма оценки джиттера с помощью рекурсивных фильтров // Сборник научных работ ДонИЖТ. 2013. № 33. С. 108–113.
7. Кобрин А. В. Тур Б. С. Оценка задержки с помощью робастного фильтра Калмана // Весник НТУ «ХПИ». 2013. № 33. С. 108–113.
8. В. Кобрин А. Адаптивный буфер компенсации джиттера задержки прибытия пакетов на основе робастного фильтра Калмана // Проблемы телекоммуникаций. 2013. № 1. С. 72–81. Режим доступа: [http://pt.journal.kh.ua/2013/1/1/131\\_kobrin\\_jitter.pdf](http://pt.journal.kh.ua/2013/1/1/131_kobrin_jitter.pdf). — Дата доступа: 06.08.2013.
9. В. Кобрин А. Синтез алгоритма адаптивного буфера компенсации джиттера задержки прибытия пакетов // Сборник научных работ До-



- НИИЖТ. 2013. № 34. С. 38–48.
10. Ericsson. Press backgrounder VoLTE (January, 2013) [Электронный ресурс]. Электронные данные. Режим доступа: [http://www.ericsson.com/res/thecompany/docs/corpinfo/volte\\_backgrounder.pdf](http://www.ericsson.com/res/thecompany/docs/corpinfo/volte_backgrounder.pdf). — Дата доступа: 06.08.2013.
  11. Recommendation ITU-T Y.1541 (12/11). Network performance objectives for IP-based services.
  12. Recommendation ITU-T G.1020 (11/03). Performance parameter definitions for quality of speech and other voiceband applications utilizing IP networks.
  13. Sue B. Moon Jim Kurose Don Towsley. Packet audio playout delay adjustment: performance bounds and algorithms // Multimedia Systems. 1998. № 6. С. 17–28.
  14. Ramjee R. Kurose J. Towsley D. Adaptive playout mechanisms for packetized audio applications in wide-area networks // INFOCOM 94. 1994. Т. 2. С. 680–688.
  15. Клёкис Э. А. Сравнительный анализ алгоритмов фильтрации для помех, содержащих выбросы // Труды Академии наук Литовской ССР. Серия Б. 1985. С. 85–91.
  16. Friis H. A Note on a Simple Transmission Formula // Proceedings of the IRE. 1946. Vol. 34. P. 254–256.
  17. 3GPP R1-081483. Conveying MCS and TB size via PDCCH.
  18. 3GPP TS 36.104 V8.0.0. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception (Release 8).
  19. Бекер Рэнди. Тестирование LTE-приемника: ключевые факторы ухудшения распространения сигнала // ИКС. 2010. № 01-02. С. 82 –83.

20. Masreliez C. J. Approximate non- Gaussian filtering with linear state and observation relations // IEEE Transactions on Automatic Control. 1975. Vol. 20, no. 1. P. 107–110.
21. Masreliez C. J., Martin R. D. Robust Bayesian Estimation for the Linear Model and Robustifying the Kalman Filter // IEEE Transactions on Automatic Control. 1977. Vol. 22, no. 3. P. 361–371.
22. Ершов А. А., Липцер Р. Ш. Робастный фильтр Калмана в дискретном времени // Автоматика и телемеханика. 1978. № 3. С. 60–69.
23. Ершов А. А. Робастные алгоритмы фильтрации // Автоматика и телемеханика. 1978. № 7. С. 68–73.
24. П. Хьюбер. Робастность в статистике. М.: Мир, 1984. с. 304.
25. И. Тихонов В. Статистическая радиотехника. М.: Радио и связь, 1982. с. 624.
26. Цыпкин Я. З., Поляк Б. Т. Огрубленный метод максимального правдоподобия // В кн.: Динамика систем. Математические методы теории колебаний. 1977. № 22. С. 22–46.
27. Ruckdeschel P. Optimally Robust Kalman Filtering // Fraunhofer ITWM. 2010.
28. Поповский В. В. Олейник В. Ф. Математические основы управления и адаптации в телекоммуникационных системах. Харьков: СМИТ, 2011. с. 361.
29. Gene Cheung Wai-Tian Tan T. Y. Double feedback streaming agent for real-time delivery of media over 3G wireless networks // IEEE transactions on multimedia. 2004. Vol. 6. P. 304–314.
30. Philip A. Chou Z. M. Rate-distortion optimized streaming of packetized media // IEEE transactions on multimedia. 2006. Vol. 8. P. 390–404.
31. Gene Cheung Wai-Tian Tan T. Y. Real-time video transport optimization using streaming agent over 3G wireless networks // IEEE transactions on multimedia. 2005. Vol. 7. P. 777–785.