

В результате моделирования были получены оценки числа потерянных пакетов, времени опроса всей сети, среднего времени опроса одного узла для каждого протокола в зависимости от размеров сети и степени подвижности узлов сети. Полученные данные позволяют сделать рекомендации по выбору протокола маршрутизации при проектировании систем мониторинга распределенных объектов.

Список использованных источников

1. Problem of Network Monitoring in Distributed Wireless Sensor Networks / I. I. Bezukladnikov, A. V. Gavrilov // Proceedings of the 2016 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference (2016 EIConRusNW) [Electronic resource]: [St. Petersburg], February 2-3, 2016 / St. Petersburg Electrotechn. Univ. «LETI», IEEE Russia North-West section. – St. Petersburg: St. Petersburg Electrotechnical Univ. «LETI», 2016. – 1 Electronic optical disc (CD-ROM): p. 142-146.

2. Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers / C. Perkins, P. Bhagwat // SIGCOMM'94: Proceedings of the conference on Communications architectures, protocols and applications, October 1994. p. 234–244.

3. RFC3561. Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing / C. Perkins, E. Belding-Royer, and S. Das. // RFC Editor, USA. 2003. – URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3561> (дата обращения: 12.03.2023).

Гаврилов Алексей Викторович, старший преподаватель каф. Автоматика и телемеханика ПНИПУ, gaval@at.pstu.ru.

Фрейман Владимир Исаакович, д.т.н., доцент, профессор каф. Автоматика и телемеханика ПНИПУ, vfrey@mail.ru.

УДК 621.396.2

ПРОГРАММНЫЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ КАНАЛОВ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ

В.П. Цветов, А.В. Графкин, А.С. Луканов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: радиосвязь, моделирование каналов связи, информационная и энергетическая эффективность.

В докладе описывается архитектура программного стенда, предназначенного для моделирования систем цифровой радиосвязи и исследования их информационной и энергетической эффективностей.

Информационная эффективность показывает какую долю пропускной способности канала использует система радиосвязи и определяется как

$$\eta = \frac{R}{C},$$

где R – скорость передачи информации системой связи, C – пропускная способность канала (по Шеннону).

Энергетическая эффективность имеет смысл удельной скорости, количества бит/с, приходящихся на 1 Вт мощности сигнала, и определяется как

$$\beta = \frac{R}{P_c/N_0},$$

где P_c – средняя мощность сигнала, N_0 – спектральная плотность шума,

для аддитивного белого гауссовского шума (АБГШ) $N_0 = \frac{P_{ш}}{F}$, где $P_{ш}$ – средняя мощность шума, F – используемая полоса частот канала связи.

Разработанные модели позволяют учитывать энтропию источников сообщений, спектральные характеристики полезного сигнала и помех, отношение сигнал/шум и т.п. Результаты стендовых численных экспериментов сохраняются в базе данных и применяются в последующей обработке и представлениях, в форме таблиц и графиков.

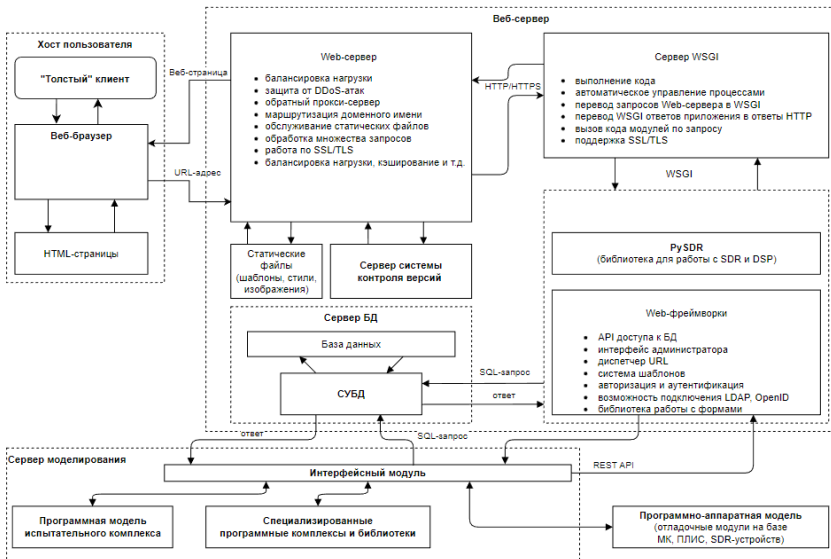


Рисунок 1 - Многоуровневая клиент-серверная архитектура программного стенда

Программный стенд реализован по модульному принципу и имеет распределенную многозвенную клиент-серверную архитектуру. Это позволяет исследовать модели, использующие различные виды кодирования источника и канала, модуляции и демодуляции сигналов. Стенд обеспечивает возможность распараллеливания вычислений и балансировку нагрузки на сетевые узлы за счет применения гибкой схемы управления и компактных протоколов обмена данными. Предусмотрены интерфейсы для подключения каналобразующих радиоустройств экспериментальных образцов. Принципиальная схема архитектуры стенда изображена на рисунке 1.

Стенд применялся для исследования эффективности широкополосных систем радиосвязи, построенных с применением технологии мультиплексирования с ортогональным разделением частот и квадратурной амплитудной модуляцией, которая использует при декодировании алгоритмы дискретного преобразования Фурье.

Численное моделирование проводилось на основании результатов, изложенных в работах [1-6].

Список использованных источников

1. Ипатов, В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов / В.П. Ипатов. - М : Техносфера, 2007. – 488 с.

2. Цветов, В.П. Об одной модели динамического управления потоком данных в радиоканале / В.П. Цветов, Г.И. Леонович, С.Я. Новиков, М.Н. Осипов, Д.Э. Клепнев, Е.А. Савинов // Международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии» 28 – 30 апреля 2015 г. Сборник научных трудов, т. 1, г. Самара, Россия, 2015– С. 299-302.

3. Цветов, В.П. Об одной задаче декодирования символов по неполным данным в радиоканале / В.П. Цветов // Сборник трудов III международной конференции ИТНТ-2017, г. Самара, Россия, 2017– С. 954-957.

4. Цветов, В.П. Некорректные задачи и защита данных / В.П. Цветов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Физико-математические и технические науки. 2019. № 4. С. 86-93.

5. Цветов, В.П. Использование помех для защиты данных в радиоканале / В.П. Цветов // Сборник трудов VI международной конференции ИТНТ-2020, г. Самара, Россия, 2020– С. 255-260.

6. V.P. Tsvetov, “Wireless channel noises and data protection”, ITNT-DS 2020, CEUR Workshop Proceedings, vol 2667, pp. 234-237, 2020.

Цветов Виктор Петрович, к.ф.-м.н., доцент, каф. безопасности информационных систем, tsf-su@mail.ru

Графкин Алексей Викторович, к.т.н., доцент, каф. безопасности информационных систем, lvg_alex@mail.ru

Луканов Александр Сергеевич, к.ф.-м.н., доцент, каф. информатики и вычислительной математики, lukanov.as@ssau.ru