

## **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА «УМНОГО ДОМА» НА БАЗЕ ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ**

**С. А. Владимиров\*, В. О. Хамова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

\*Адрес для переписки: [vlsa.vlcom@yandex.ru](mailto:vlsa.vlcom@yandex.ru)

### **Аннотация**

Работа представляет функциональную структуру проекта «умного дома» на базе программного обеспечения с открытым кодом. Выполнены рекомендации по применению программ, определен функционал и сервисы, доступные для управления. Проработаны фрагменты построения возможной внутридомовой сети с организацией различных интерфейсов сопряжения со Smart-устройствами «умного дома». Основная цель работы заключена в представлении бюджетного решения проекта «умного дома» с минимальными капитальными затратами и поэтапной реализацией.

### **Ключевые слова**

«Умный дом», контроль функционирования, контроль готовности, Smart-устройства.

### **Информация о статье**

УДК 681.518

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 25.03.2019, принята к печати 30.12.19.

**Ссылка для цитирования:** Владимиров С. А., Хамова В. О. Функциональная структура «умного дома» на базе программных решений с открытым кодом // Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Том 7. № 3. С. 43–49. DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-3-43-49.

# THE FUNCTIONAL STRUCTURE OF SMART HOME BASED ON OPEN SOURCE SOFTWARE SOLUTIONS

**S. Vladimirov\* , V. Hamova**

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications,  
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

\*Corresponding author: vlsa.vlcom@yandex.ru

**Abstract**—The paper represents a possible functional structure of the Smart Home project based on open source software. Within the framework of this structure, recommendations on the use of open source software were implemented and the functionality and services available for management were determined. The recommendations reflect the application features of server and client parts of the software when working in different operating systems. In the work, fragments of building a possible intra-home network with the organization of various interfaces for connecting with devices of the Smart Home have been worked out. The main goal of the work is to present a budget solution to the Smart Home project with minimal capital costs and phased implementation.

**Keywords**—Smart Home, function control, readiness control, Smart-devices.

## Article info

Article in Russian.

Received 25.03.2019, accepted 30.12.19.

**For citation:** Vladimirov S., Hamova V.: The Functional Structure of Smart Home Based on Open Source Software Solutions // Telecom IT. 2019. Vol. 7. Iss. 3. pp. 43–49 (in Russian). DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-3-43-49.

Реализация индивидуальных проектов «умного дома» для жилых помещений — это перспективный развивающийся сервис и многие компании выбрали его в качестве бизнес-идеи [1]. Существующие проекты предлагаются на рынке очень дорого и значительно увеличивают текущие затраты на само жилище. Вполне естественно, что очень немногие люди соглашаются заплатить за такой проект.

Рассмотрение и анализ предложений и вариантов построения «умного дома» показал, что существует возможность проработки вариантов реализации проекта:

- 1) с поэтапной реализацией;
- 2) со значительным сокращением затрат на приобретение программного обеспечения, стыковку интерфейсов устройств и использование клиентских приложений управления оборудованием.

## Система электропитания умного дома

Электропитание «умного дома» — один из наиболее важных вопросов, решение которого во многом определяет безаварийность и возможность использования всех сервисов и услуг, реализованных в системе. В этом вопросе подход

к решению задачи аналогичен решениям, применяемым в телекоммуникациях для электропитания узлов доступа. Предлагаемая к использованию схема приведена на рис. 1.

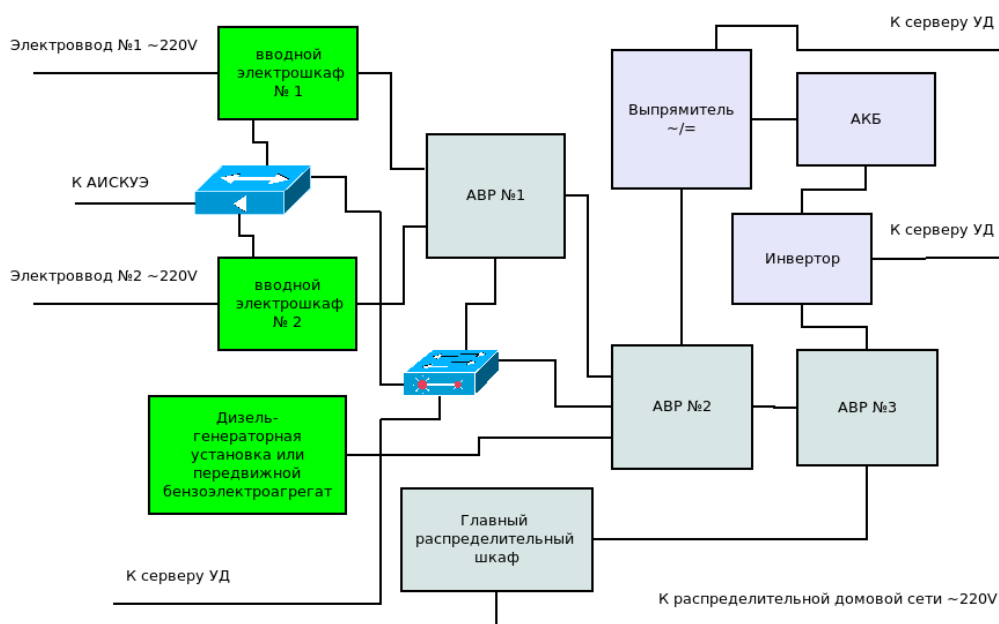


Рис. 1. Функциональная схема электропитания «умного дома»

Эта система предполагает наличие одного или двух однофазных, или трехфазных электровводов в жилище (желательно от разных подстанций), переключаемых в соответствии с заданными приоритетами через шкаф автоматического ввода резерва № 1 (АВР № 1). Резервное питание обеспечивается дизельгенераторной или бензогенераторной установкой, предпочтительнее с автозапуском, которая в случае пропадания напряжения на вводах подключается посредством АВР № 2.

Для обеспечения бесперебойного питания оборудования в системе предусмотрены аккумуляторная батарея с зарядным выпрямителем и инвертор, подключаемые через АВР №3. На первых этапах и в отдельных, не слишком энергоемких проектах это оборудование может быть заменено на обычный источник бесперебойного питания компьютерного типа с запасом по мощности на время запуска резервных генераторов. Работы по подключению электровводов и системы АИСКУЭ традиционно выполняет региональный оператор распределительной электросети.

### Функциональная структура «умного дома»

В части реализации сервисов и услуг «умного дома» в рамках задачи предлагается вариант решения, приведенный на рис. 2. В качестве основного и резервного файловых серверов в системе предлагается решение на базе двух (или на первом этапе даже одного) компьютеров подходящей конфигурации в зависимости от выбранных сервисов и услуг. Предполагается, что компьютеры будут находиться под управлением операционной системы с открытым исходным кодом — Debian Linux или Ubuntu Linux.

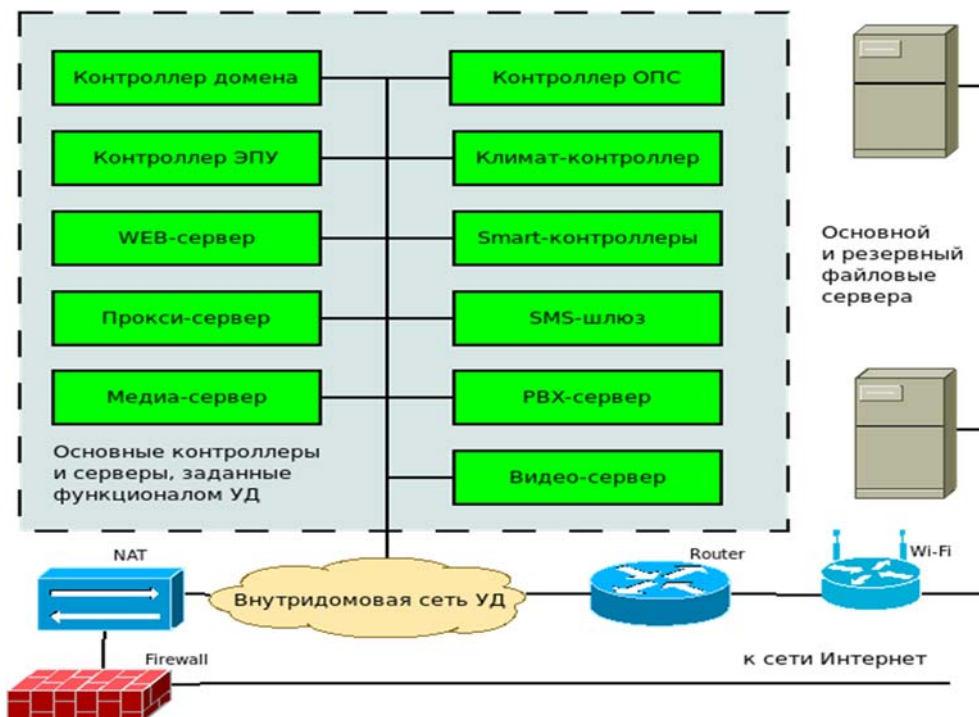


Рис. 2. Функциональная структура «умного дома»

Аппаратная составляющая телекоммуникационной системы «умного дома» состоит из домашней сети Ethernet на базе роутера с функциями файервола и NAT, точки доступа беспроводной сети Wi-Fi и необходимого количества коммутаторов Ethernet для агрегации портов. Аппаратная часть дополняется преобразователями интерфейсов типа USB/Ethernet и RS-485/232/Ethernet для подключения оборудования, содержащего указанные стыки.

Программная часть телекоммуникационной системы включает контроллер домена, прокси-сервер, Web-сервер, PBX-сервер и SMS-шлюз. Контроллер домена реализуется на базе операционной системы. В качестве Web-сервера планируется использовать программный пакет Apache2 с нужной конфигурацией. Он позволяет подключать внешние программные модули данных, использовать СУБД для аутентификации пользователей и многое другое.

В качестве прокси-сервера в системе планируется пакет Squid, имеющий мощный инструментальный и подробное руководство по настройке. Более простой альтернативой может выступить прокси-сервер Tinyproxy.

Функционал PBX-сервера в проекте предлагается возложить на открытую программную IP-АТС Asterisk, которая позволит дополнительно реализовать голосовую почту, конференцсвязь, IVR (интерактивное голосовое меню) и факс-сервер.

SMS-шлюз реализуется либо на базе PBX-Asterisk и GSM-модема, либо отдельным функциональным блоком под управлением программ-демонов типа Gammu.

Для реализации функций аудиомультимедиаарума предлагается использовать сервер Kodi с его гибкостью в части инсталляции и стыков с оконечным оборудованием и клиентским ПО управления и услуг под Linux, Windows, IOS, Android. Он же обеспечит удобное управление сервисом IPTV и перенаправление видеопотоков на существующие TV-приемники через устройства SetTopBox.

Видеосервер доступен к реализации на базе пакета Zoneminder, который предоставляет функции захвата, анализа, записи и мониторинга видеоданных для видео и сетевых камер, образуя функционально готовую систему видеонаблюдения. Сервер интегрируется в систему домашней автоматизации через X.10 или другие аналогичные протоколы [1]. Альтернативой может выступить более простой Motion.

Функционал климат-контроллера и контроллера охранно-пожарной сигнализации на начальном этапе сможет обеспечить недорогое устройство типа UniPing. С его помощью к системе возможно подключить датчики температуры, влажности, протечек, дыма, дверей, движения, удара и других. Оно же обеспечит управление кондиционерами, системами вентиляции и поддержания микроклимата.

### **Система мониторинга и готовности сервисов и услуг «умного дома»**

Контроль за работой систем «умного дома» и взаимоувязанное управление сервисами и услугами предполагается реализовать как системную функцию надстройки в виде программы-демона (сервера «умного дома») на базе основного и резервного файловых серверов (рис. 2, см. выше).

«Умный дом», реализованный как многокомпонентная система, в обязательном порядке будет выстраиваться в соответствии с теорией восстановления для непрерывно функционирующих систем [2]. Для каждого функционала в рамках структуры, включая сервис или услугу, рассматривается функция его работоспособности, как функция готовности элементов системы «умного дома» и их групп к реализации конкретного сервиса. В случае применения резервирования для отдельных элементов системы УД функциональные зависимости будут выстраиваться с учетом этого фактора.

Введем необходимые обозначения параметров и функций:

- $x_i$  – параметр работоспособности элемента системы, образующий входящие первичные вектора-столбцы параметров:

$$X_j = [x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n]^T,$$

где  $x_i = \begin{cases} 1, & \text{если элемент в работе} \\ 0, & \text{если элемент выключен} \end{cases}, i = 1, \dots, n;$

- $Z_j = f(x_i)$  – функция работоспособности группы элементов:

$$Z_j = A_j * X_j = [a_1, a_2, \dots, a_i] * \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \end{bmatrix} = a_1 * x_1 \wedge a_2 * x_2 \wedge \dots \wedge a_i * x_i,$$

где  $Z_j = \begin{cases} 1, & \text{если группа элементов } X_j \text{ в работе} \\ 0, & \text{если хоть один элемент } x_i \text{ выключен} \end{cases}, j = 1, \dots, m;$

$A_j$  – вектор-строка востребованности элементов в группе (логические 0 или 1), в зависимости от необходимости для обеспечения работоспособности сервиса или услуги;

- $S_k = f(Z_j; x_i)$  – функция работоспособности сервиса или услуги:

$$S_k = C_k * \{Z_j; x_i\} = [c_1, c_2, \dots, c_j] * \begin{bmatrix} Z_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ Z_j \\ x_i \end{bmatrix} = c_1 * Z_1 \wedge c_2 * x_2 \wedge \dots \wedge c_j * Z_j \wedge c_{j+1} * x_i,$$

где  $S_k = \begin{cases} 1, & \text{если все группы } Z_j \text{ и элементы } x_i \text{ в работе} \\ 0, & \text{если хоть один элемент или группа выключены} \end{cases}, k = 1, \dots, K;$

$C_k$  – вектор-строка готовности групп и элементов (логических 0 или 1);  
в случае резервирования элементов системы «умного дома» параметры  $x_i^{rez}$  и функция  $Z_j^{rez}$  дополняются резервными группами  $Z_j^{rez} = Z_{1j} \vee Z_{2j} = f(x_{1i}) \vee f(x_{2i}^{rez})$ .

Обеспечение функциональной доступности сервиса или услуги производится согласно Байесовской модели с учетом резервирования и представлено в виде графа восстановления или готовности (рис. 3).

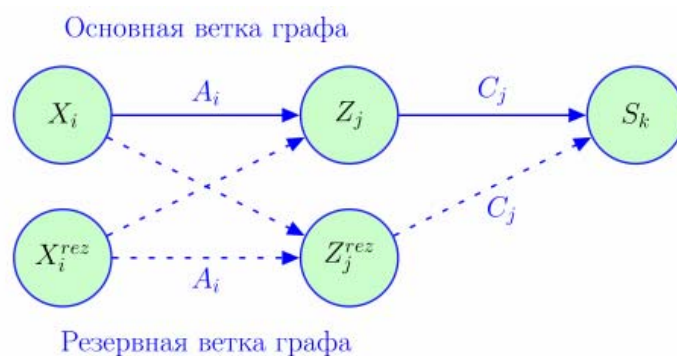


Рис. 3. Граф восстановления или готовности сервиса «умного дома»

Модель системы мониторинга и готовности сервисов и услуг УД «умного дома» представлена на рис. 4.

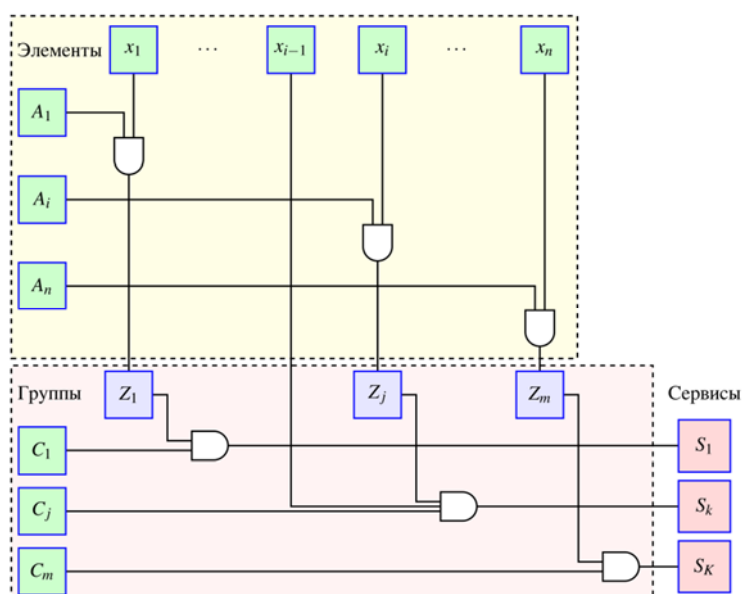


Рис. 4. Модель системы мониторинга и готовности сервисов и услуг УД

Предлагаемое решение показывает, что «умный дом» возможно построить на базе программных решений с открытым кодом. Работы при этом выполняются поэтапно, с планированием затрат на оборудование. Такое решение может быть отличной перспективой для дальнейшего усовершенствования и распространения технологии умного дома.

### Литература

1. Mendes T. D. P., Godina R., Rodrigues E. M. G., Matias J. C. O., Catalao J. P. S. Smart Home Communication Technologies and Applications: Wireless Protocol Assessment for Home Area Network Resources // Energies. 2015. Vol. 8. Iss. 7. P. 7279–7311.
2. Райншке К. Модели надежности и чувствительности систем. – М.: Мир, 1979. 454 с.

*Статья представлена заведующим кафедрой,  
доктором технических наук, профессором А. Е. Кучерявым.*

### References

1. Mendes T. D. P., Godina R., Rodrigues E. M. G., Matias J. C. O., Catalao J. P. S. Smart Home Communication Technologies and Applications: Wireless Protocol Assessment for Home Area Network Resources // Energies. 2015. Vol. 8. Iss. 7. P. 7279–7311.
2. Raynshke K. Modeli nadezhnosti i chuvstvitelnosti sistem. – M.: Mir. 1979. 454 s.

- |  |  |
|--|--|
| <b>Владимиров<br/>Сергей Александрович</b> | – старший преподаватель, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, vlsa.vlcom@yandex.ru |
| <b>Хамова<br/>Виктория Олеговна</b>        | – студентка, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, vikahamova@gmail.com             |
| <b>Vladimirov Sergey</b>                   | – Senior Lecturer, SUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, vlsa.vlcom@yandex.ru             |
| <b>Hamova Viktoria</b>                     | – Student, SUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, vikahamova@gmail.com                     |