

Моделирование системы управления сложными проектами в области информационных технологий

М. Б. Успенский¹, С. В. Смирнов², А. В. Логинова³, С. В. Широкова⁴

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

¹mikhail.uspenskiy@spbpu.com, ²sergey.smirnov@spbpu.com, ³alexandra-lo@yandex.ru, ⁴swchirokov@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена методам управления сложными проектами на основе парадигмы системного анализа. Для построения системы управления проектами предлагается использовать следующие методы: методы и модели, основанные на структурном (целевом) и кадровом подходах; методы организации сложных экспертиз. Приведен пример построения системы управления проектом разработки программного комплекса.

Ключевые слова: управление проектами; системный анализ; моделирование; информационные технологии; методы организации сложных экспертиз

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большее распространение в различных прикладных областях получают информационные системы и комплексы.

Информационные системы и комплексы, используемые крупными предприятиями, включают в себя большое количество программных и аппаратных компонентов, поэтому проблемы моделирования архитектур и защиты данных в таких системах весьма актуальны.

В предыдущих работах авторов данной статьи уже обсуждались некоторые математические модели и программное обеспечение для прогнозирования отказов в системе хранения данных реального времени. Конфигурация информационной системы на разных этапах ИТ-проекта может быть описана с помощью определенных моделей из области системного анализа. Было предложено использовать такие методы, как методы структуризации целей; методы организации сложных экспертиз (например, методику ПАТТЕРН; метод решающих матриц Г.С. Поспелова; модели, основанные на информационном подходе А.А. Денисова) [1–3].

Концептуальная модель разработки новых, нестандартных, ИТ-проектов была представлена авторами в работе [1].

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы». Уникальный идентификатор – RFMEFI58117X0023.

II. МЕТОДЫ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Для изучения гармоничности и надежности ИТ-архитектуры комплекса предложены методы системного анализа, а именно: методы структуризации и анализа целей и функций, а также методы организации сложных экспертиз.

Например, на этапе формирования и анализа состава функций информационной системы целесообразно использовать методы структуризации целей и функций, а также методику ПАТТЕРН. Оценка значимости различных функций может осуществляться с использованием методов организации сложных экспертиз (например, метода анализа иерархий Т. Саати, метода решающих матриц Г.С. Поспелова, информационного подхода А.А. Денисова).

Модель, основанная на информационном подходе А. Денисова

Модель, основанная на информационном подходе А. Денисова, позволяет свести воедино разнородные критерии.

Информационная мера А. Денисова характеризует значимость составляющих с помощью меры потенциала H , что позволяет учитывать одновременно два критерия – p и q :

$$H_i = -q_i \log(1 - p'_i), i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где p'_i – степень влияния компонентов более низкого уровня на реализацию компонентов более высокого уровня (изменяется от 0,7 до 0,99); q_i – вероятность выбора и реализации компонентов более низкого уровня с точки зрения лиц, принимающих решения, при выборе их на более высоком уровне. Оценка p'_i выполняется единичными экспертами, для которых определяются области компетенции.

Для получения значения i -го компонента, необходимо выполнить процедуру нормализации, т. е.

$$\xi_i = \frac{H_i}{\sum H_i}, i = 1, \dots, n, \quad (2)$$

Модель определения целостности и степени централизации системы, основанная на информационных показателях А. Денисова

В соответствии с информационным подходом А.А. Денисова [6] сложность системы (C_c) определяется, с одной стороны, сложностью самой системы (C_o), с другой стороны, ее взаимной сложностью (C_e), поскольку элементы системы вступают во взаимодействие:

$$C_c = C_o + C_e. \quad (3)$$

Это выражение является своеобразной иллюстрацией закономерности целостности. Значения C_c , C_o и C_e применимы для сравнительного анализа структур систем различной природы, в том числе организационных структур [6].

Обычно используются относительные оценки:

$$\alpha = -C_e / C_o ; \quad (4)$$

$$\beta = C_c / C_o ; \quad (5)$$

$$\beta = 1 - \alpha. \quad (6)$$

Оценка (4) характеризует степень взаимосвязанности элементов, т. е. целостность системы. Оценка (5) показывает степень независимости элементов системы.

III. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

В данной работе приведен пример предложенной системы мониторинга различных параметров, а именно приведен пример системы сбора климатических параметров.

Несмотря на большое количество реализаций систем сбора климатических параметров, универсального решения, подходящего для любой задачи, не существует. Каждая реализация эффективна только в своей нише, разработанной под свои цели. Перспективной задачей является разработка универсальной системы сбора и отображения данных о климатических параметрах с возможностью использования ее в составе мультисенсорной системы сбора параметров. В рамках данной работы сформулирована задача проектирования и построения прототипа программно-аппаратного комплекса для сбора и отображения климатических параметров в условиях реализации для хранения приложений.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- Разработка структурной схемы комплекса.
- Проектирование и внедрение аппаратных средств.
- Разработка и внедрение программного обеспечения.

Рассмотрим существующую архитектуру и технологию построения беспроводных самоорганизующихся сетей и их особенности.

Ячеистые сети – это сети с ячеистой топологией, состоящие из беспроводных фиксированных (геопривязанных)

маршрутизаторов, создающих канал передачи данных и зону обслуживания (зону покрытия) абонентов, имеющих доступ к одному из маршрутизаторов. В качестве топологии используется «Звезда», со случайным соединением опорных узлов. Разовые сети, реализующие децентрализованное управление случайными стационарными абонентами при отсутствии базовых станций или опорных узлов. В качестве топологии используется фиксированная сеть со случайным соединением узлов.

IV. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ

Все возможные параметры, собранные аппаратно-программным комплексом, могут быть сгруппированы по местоположению относительно реализуемой системы:

- Параметры, измеряемые внешними датчиками.
- Параметры измеряются непосредственно в комплексе.

К первой группе можно отнести параметры температуры и влажности (при необходимости их измерения в различных точках помещения или замкнутой системы). Кроме того, в эту группу входят параметры, которые не могут быть измерены внутри системы (например, вибрация, свет).

Ко второй группе относятся параметры, которые могут быть измерены внутри аппаратного комплекса (например, давление, влажность и др.).

Оптимальным является реализация веб-сервера, который опрашивает датчики, измеряющие интересующие параметры и хранит информацию в репозитории. Для получения интересующих признаков (текущих или исторических) реализован REST API.

Для обеспечения удобства управления параметрами предполагается отображение информации на управляющем ЖК-дисплее в издании и графическое представление на удаленном клиенте. Общая схема систем представлена на рис. 1.

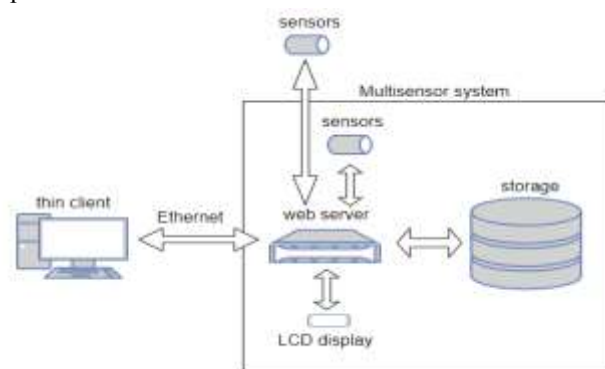


Рис. 1. Общая схема системы мониторинга климатических параметров

V. РЕАЛИЗАЦИЯ АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В соответствии с общей схемой комплекса (рис. 1), рассмотрим реализацию его аппаратного обеспечения. Для

упрощения разработки в качестве управляющего устройства был выбран Raspberry Pi B+ (рис. 2). Данное решение имеет преимущество в виде низкой цены и большого количества различных схем ввода / вывода сигнала.

Для реализации вышеуказанной структуры (см. фиг.1), необходимо разработать интерфейсную плату для устройства управления и датчиков.

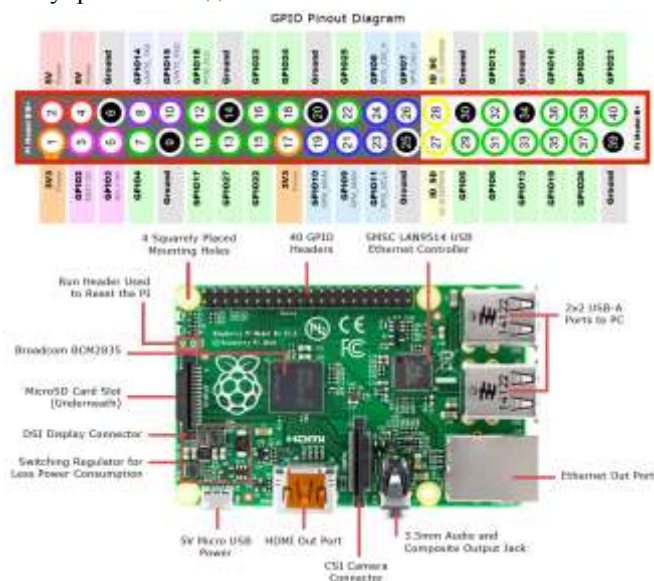


Рис. 2. Raspberry Pi B+

Для конкретной реализации системы мониторинга климатических параметров системы хранения был выбран следующий набор контролируемых параметров:

- Температура
- Давление
- Влажность
- Вибрация

Этот набор параметров является наиболее важным из всех возможных параметров, которые могут быть собраны извне системы хранения, чтобы оценить состояние системы.

Температурный параметр представляет интерес для измерения в нескольких точках серверной стойки. Кроме того, датчик температуры жестко крепится к стойке, чтобы снять с нее уровень вибрации. Таким образом, вышеуказанные датчики должны быть дистанционными.

Параметры влажности и давления принципиально не отличаются от места измерения и могут быть получены внутри прибора.

Кроме того, чтобы иметь возможность подключать другие датчики, необходимо поднести порт SPI к корпусу устройства.

Также для преобразования аналоговых сигналов от датчиков температуры (или любых других аналоговых датчиков, в случае других версий устройства) необходимо установить аналого-цифровой преобразователь.

Резюмируя вышесказанное, была разработана принципиальная схема интерфейсной платы. На основе разработанной схемы с использованием CAD Altium Designer была разработана печатная плата.

После разработки печатной платы она была передана для изготовления на завод и собрана с элементами.

Для изготовления прототипа устройства необходимо также упаковать разработку. Для этой цели был приобретен универсальный, глухой, 19" стеллажный корпус. После этого в корпусе были установлены ЖК-дисплей, кнопка питания и разъемы для подключения датчиков, блока питания и Ethernet.

VI. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Разработанное программное обеспечение-это сервис, который запускается при запуске операционной системы устройства управления. При запуске сервис подбирает сервер, написанный на Python, который собирает данные с датчиков и сохраняет показания в хранилище. Считывание текущих показаний с датчиков возможно с помощью клиента (браузера или саморазвития), использующего определенный REST API.

Графическое отображение текущей и исторической информации осуществляется с помощью веб-клиента. Архитектура клиент-сервер показана на рис. 3.

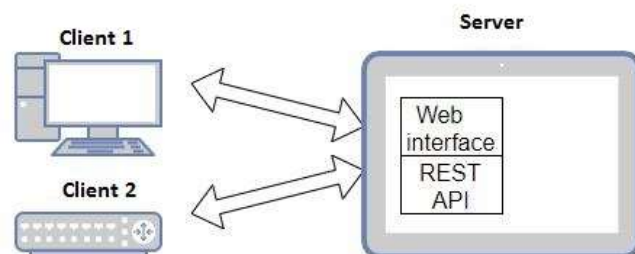


Рис. 3. Клиент-серверная архитектура

Для разработанной системы сбора и отображения климатических параметров системы хранения данных был написан веб-интерфейс, визуализирующий текущие показания датчиков климатических параметров и исторические показания, накопленные за последние 100 измерений (24 часа).

Веб-интерфейс написан с использованием платформы jQuery. Для построения графиков и диаграмм была использована открытая библиотека Chart.JS. С помощью ajax-запросов реализован опрос сервера:

- Каждые 10 секунд запрашивать текущие показания датчиков (вырезать по всем датчикам)
- Каждые 100 секунд запрашивать исторические показания каждого датчика. После этого рассчитываются интересующие параметры и обновляются.

VII. РЕЗУЛЬТАТЫ СБОРА ДАННЫХ ИЗ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

За весь период мониторинга выявить внештатные условия функционирования системы хранения данных, вызванные изменением наблюдаемых климатических параметров, не удалось. Информация о результатах мониторинга приведена в табл. 1.

Влажность воздуха измеряется с помощью датчика, расположенного на блоке мониторинга климатических параметров. Давление измеряется с помощью датчика, расположенного на блоке мониторинга климатических параметров.

Датчики температуры расположены симметрично на передней и задней стенках стойки выше и ниже блока (табл. 2).

ТАБЛИЦА I РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Показатель	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее значение	Медиана	Кол-во измерений
Влажность, %	18,4	24,8	20,90	20,8	240
Давление, Па	99430	127844	101629,96	101474,5	240
Температура 1, °C	21,8	22,8	22,08	22	240
Температура 2, °C	25,6	27,5	26,42	26,4	240
Температура 3, °C	20,7	21,8	21,25	21,2	240
Температура 4, °C	26,3	28,9	27,03	27	240
Вибрация	2	9	4,01	4	240

ТАБЛИЦА II РАСПОЛОЖЕНИЕ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ

Датчик	Расположение датчика
Температура 1	Передняя стенка, сверху
Температура 2	Задняя стенка, внизу
Температура 3	Передняя стенка, внизу
Температура 4	Задняя стенка, сверху

Самая высокая температура наблюдается на задней стенке стеллажа, в то время как датчики, расположенные выше, показывают большее значение. Датчик вибрации расположен на корпусе стойки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы был разработан и изготовлен прототип программно-аппаратного комплекса мониторинга климатических параметров для системы хранения данных. Разработанное решение было протестировано в реальных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Efremov A.A. The models and technologies for supporting decision making in design of information-control complexes / A.A. Efremov, A.V. Loginova, B.D. Mikeladze, S.V. Shirokova // Proc. of the 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements. ETU "LETI", Saint Petersburg, 2017.
- [2] Bolsunovskaya M., Shirokova S., Loginova A., Uspenskij M. Developing a procedure for conducting a security audit of a software package for predicting storage system failures (2018) MATEC Web of Conferences, 245, article No. № 10007.
- [3] Bolsunovskaiya M.V., Shirokova S.V., Loginova A.V. The System Theory and System Analysis Applications in IT Projects Management: Development of Hardware and Software Complex for Predicting Failures in Data Storage Systems. // Proc. the 31st International Business Information Management Association Conference (IBIMA) "Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020", 25-26 April 2018, Milan, Italy, Ed. Khalid S. Soliman, International Business Information Management Association (IBIMA), 2018, ISBN: 978-0-9998551-0-2, pp. 6298-6307.
- [4] Болотова Л.С. Системы поддержки принятия решений. Часть 2. М.: Изд-во ЮРАЙТ, 2017.
- [5] Muller IV G.A. A meta-architecture analysis for a coevolved systems-of-systems. A thesis presented to the Graduate Faculty of the Missouri University of science and technology in partial fulfillment of the requirements for the Degree MSc in Systems Engineering // Published by ProQuest LLC, 2016. ProQuest Number: 10132917.
- [6] Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учебник. Второе издание, М.: Изд-во ЮРАЙТ, 2017.
- [7] Официальный сайт Raspberry Py B+, <https://www.raspberrypi.org/products/raspberrypi-1-model-b-plus/>
- [8] Официальный сайт Altium Designer, <https://www.altium.com/altium-designer/>
- [9] Официальный сайт JQuery, <https://jquery.com/>
- [10] Chart.js. Примеры: <https://www.chartjs.org/samples/latest/>
- [11] Ajax. Примеры: <http://jquery.page2page.ru/index.php5/Ajax-%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81>