

Из статистики видно, что недостатками системы является долгое ожидание, большое количество попыток звонков, наличие несостоявшихся дозвонков, что может оказаться категоричным фактором при крупной аварии или бедствии.

Решить эти проблемы может комплексная информационная система. Данная система представляет из себя аппаратно-программный комплекс. Основой аппаратной части является сервер, на котором находится основная база данных. Программная часть представлена базой данных и клиентскими приложениями. Пользователь после авторизации получит доступ к своей учетной записи. Он может выбрать категорию заявки, описать свою проблему и отправить ее администратору (в роли администратора – диспетчер района сетей). Гражданину не нужно дозваниваться и находиться в очереди, что существенно упрощает процесс связи с диспетчером района сетей и подачи заявки. Диспетчеру района сетей уже не нужно будет отвечать на звонки, и записывать полученные заявки в журналы, они будут отображаться и храниться в приложении. Администратор после решения задачи отправляет оповещение об устранении проблемы пользователю. Также в учетной записи пользователя хранятся личные данные, такие как: Ф.И.О., счет, адрес, тарифы, оплаты и показания счетчиков. Администратор может посмотреть данные пользователя (Ф.И.О., адрес нахождения и прочее), который отправляет заявку, благодаря чему администратор понимает, от кого пришла заявка.

В эту систему можно интегрировать и систему учета энергопотребления каждым пользователем. Новые модели счетчиков электроэнергии, оснащенные модулями связи, передают данные в режиме реального времени, что дает возможность их интеграции в подобную систему.

Л и т е р а т у р а

1. Барретт, Д. Д. Linux. Командная строка. Лучшие практики / Д. Д. Барретт. – СПб. : Питер, 2023. – 256 с.
2. MySQL / Свободная энциклопедия Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL> (дата обращения: 11.04.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ CAN-ШИНЫ И TCP-ПРОТОКОЛА ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ С ДАТЧИКОВ НИЖНЕГО УРОВНЯ И ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПЕРЕДАЧИ НА СРЕДНИЙ УРОВЕНЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ SPD

К. А. Плескач, В. А. Дунько, А. Е. Запольский

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: Ю. В. Крышнев, А. В. Сахарук

Рассмотрены особенности применения протоколов CAN и TCP/IP для сбора и передачи данных от физических датчиков в системах управления ускорительными установками. Приведены примеры реализации на аппаратном и программном уровне, изложены преимущества и недостатки каждого из подходов. Показано, как обеспечивается надежность передачи и синхронизация данных в условиях высоких требований к точности и времени отклика.

Ключевые слова: CAN, TCP/IP, протокол передачи данных, SCADA, датчик, ускоритель NICA, обмен сообщениями.

Современные ускорительные установки и физические комплексы высокого класса, такие как коллайдер NICA в Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ), предъявляют повышенные требования к системам сбора, передачи и обра-

ботки измерительной информации. Основу телеметрических контуров таких систем составляют разнообразные датчики, регистрирующие физические параметры – от температуры и давления до тока, напряжения и скорости изменения магнитных полей. Для того чтобы эти данные поступали в SCADA-систему в реальном времени и с высокой надежностью, необходимо выбрать подходящие протоколы обмена. В научной и промышленной практике все чаще применяются два типа коммуникационных протоколов: CAN и TCP/IP.

CAN (Controller Area Network) представляет собой помехоустойчивую шину, которая позволяет различным микроконтроллерам и датчикам обмениваться короткими сообщениями. Одним из главных достоинств CAN является высокая надежность при работе в условиях электромагнитных помех. Протокол использует приоритетную передачу сообщений с арбитражем на уровне битов и циклический контроль четности (CRC). Это гарантирует, что даже при высокой нагрузке и помехах наиболее важные сигналы (например, значения аварийных температур) будут переданы в первую очередь.

Длина кадра CAN-сообщения (рис. 1) ограничена 8 байтами полезных данных, что делает его идеальным для передачи параметров, измеренных аналоговыми датчиками. В SCADA-системах CAN может использоваться как первичная линия связи между физическим датчиком и агрегатором или шлюзом. Такой шлюз затем может передавать данные по более высокоуровневому протоколу, например, TCP/IP, на сервер визуализации или хранения. Такой подход обеспечивает распределенную структуру и независимость компонентов [1–3].

В рамках экспериментальной работы был разработан стенд SCADA-системы для установки NICA, в котором реализована поддержка протокола CAN через виртуальный интерфейс `vsap0`. Это позволило протестировать обмен данными между принимающим модулем CAN и серверной частью SCADA без физического оборудования. Данные, полученные по CAN, обрабатывались, преобразовывались в JSON-формат и помещались в очередь для дальнейшей передачи по TCP.

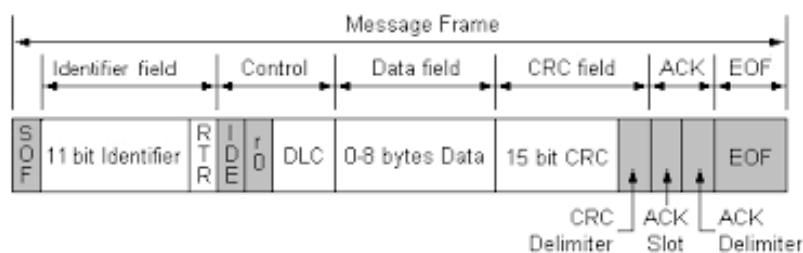


Рис. 1. Схема формата кадра CAN-сообщения

В отличие от CAN, протокол TCP/IP ориентирован на передачу больших объемов данных через компьютерные сети. Он обеспечивает надежную доставку пакетов, контроль целостности и автоматическое восстановление соединения при сбоях. Для SCADA-систем, в которых клиент и сервер расположены на разных машинах, TCP является основным способом доставки данных. Через TCP могут передаваться как текущие значения параметров, так и архивные данные, тревожные сообщения, команды управления и отчеты.

Передача данных по TCP позволяет использовать произвольные форматы сообщений. В проекте использован универсальный формат JSON, который легко интегрируется с языками программирования (C++, Python) и фреймворками визуализации

(например, QML). Применение такого решения позволило реализовать унифицированный обмен между сервером и клиентами как в десктопной, так и в мобильной версии SCADA [3].

Важной задачей при использовании TCP является обеспечение синхронности данных, поступающих от разных источников. Это особенно критично в ускорительных установках, где события происходят с высокой скоростью, а каждый параметр может иметь значение для анализа процесса. Для этого на серверной стороне реализована очередь сообщений с временными метками, а также механизм фильтрации и валидации входящих данных. После проверки сообщения передаются в базу данных и клиентское приложение.

Протоколы CAN и TCP представляют два уровня коммуникации: физический/низкоуровневый и транспортный/прикладной. Они не заменяют друг друга, а дополняют. На практике CAN используется для прямой связи с датчиками в пределах одного сегмента системы, а TCP – для передачи агрегированных или отфильтрованных данных по сети, включая удаленный доступ. Схема передачи данных в системе управления показана на рис. 2.

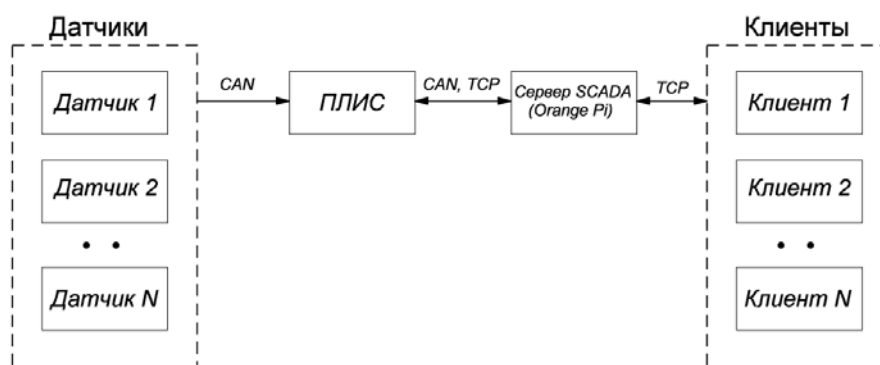


Рис. 2. Схема передачи данных в системе управления

Таким образом, сочетание CAN и TCP в одной системе позволяет выстроить надежную, масштабируемую и отказоустойчивую инфраструктуру мониторинга. В условиях ускорительных установок, где приоритетными являются стабильность и точность, такая архитектура оправдана и дает высокую степень адаптивности к расширению оборудования.

Полученные в ходе реализации результаты демонстрируют, что протоколы передачи данных при рациональном применении могут повышать эффективность решения задач научного мониторинга и управления.

Литература

1. CANopen Overview / CAN in Automation. – URL: <https://www.can-cia.org/can-knowledge/canopen/> (дата обращения: 28.02.2025).
2. ISO 11898:2023 – Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 1: Data link layer and physical signaling. – URL: <https://www.iso.org/standard/86384.html> (дата обращения: 01.03.2025).
3. Введение в CAN-протокол / Marathon Technologies. – URL: <http://can.marathon.ru/page/can-protocols/canbus/canintro> (дата обращения: 01.03.2025).
4. Modbus Messaging on TCP/IP Implementation Guide V1.0b/ – URL: https://www.modbus.org/docs/Modbus_Messaging_Implementation_Guide_V1_0b.pdf (дата обращения: 05.03.2025).