

УДК 004

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ LORAWAN В КОМПЛЕКСАХ  
АВТОНОМНОГО НАЛИВА ТОПЛИВА****Разумов Владислав Алексеевич,**

студент, кафедра «Информационные системы и сети», Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, E-mail: razumov.klg@gmail.com

**Сединкина Виктория Дмитриевна,**

студент, кафедра «Информационные системы и сети», Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, E-mail: v\_sedinkina@list.ru

**Федоров Виктор Олегович,**

к.т.н., доцент, кафедра «Системы обработки информации», Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, E-mail: fedorov\_vo@bmstu.ru

**Аннотация**

В статье рассматривается система автономных автозаправочных станций, их структура. Определена проблема передачи данных из мест, где отсутствует стабильная проводная связь. Представлены варианты решения проблемы и выделены их достоинства и недостатки. Выбран наиболее предпочтительный способ передачи данных.

**Ключевые слова:** автоматизация, заправочные станции, автономность, технологии передачи данных, GSM, LoRaWAN

**APPLICATION OF LORAWAN TECHNOLOGY IN AUTONOMOUS FUEL  
FILLING COMPLEXES****Vladislav A. Razumov,**

student, Department of Information Systems and Networks, Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, E-mail: razumov.klg@gmail.com

**Viktor D. Sedinkina,**

student, Department of Information Systems and Networks, Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, E-mail: v\_sedinkina@list.ru

**Viktor O. Fedorov,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kaluga branch of the Bauman MSTU the Department of Information Processing Systems, E-mail: fedorov\_vo@bmstu.ru

ABSTRACT

The article discusses the system of autonomous gas stations and their structure. The problem of data transmission from places where there is no stable wired connection has been identified. The options for solving the problem are presented and their advantages and disadvantages are highlighted. The most preferred method of data transmission has been selected.

---

**Keywords:** automation, gas stations, autonomy, data transmission technologies, GSM, LoRaWAN

---

#### Введение

В настоящее время системы мониторинга, контроля доступа и управления оборудованием просто необходимы практически в любой сфере.

Одним из вариантов реализации системы мониторинга, контроля доступа и управления оборудованием можно выделить автоматизированную систему управления автономной заправочной станцией. Она позволяет вести учёт и контроль за выдачей топлива, анализировать уровень топлива в цистерне, не допускать к выдаче не авторизованных пользователей.

В настоящее время коммерческие заправочные станции достаточно хорошо автоматизированы. Повсеместно можно наблюдать автозаправочные станции, на которых отсутствует оператор. Это позволяет экономить значительные ресурсы

Автоматизация ведомственных заправок – идеальный способ обеспечить предприятию эффективную, безубыточную работу. Установка современного ПО на служебное оборудование и транспорт дают возможность предельно оптимизировать технологические процессы.

Цель: определение наиболее эффективного и экономически выгодного способа передачи данных между терминалом автономной АЗС и сервером.

#### Основная часть

Ведомственные автоматические АЗС позволяют организовать отпуск нефтепродуктов на предприятии без присутствия оператора и прочего технического персонала. Это обеспечивается за счет того, что весь процесс осуществляется с помощью специального ПО. Данные об объеме отпускаемых ГСМ и времени осуществления операции поступают в систему и диспетчер может просматривать всю информацию по заправкам в режиме реального времени. [1]

Обычно система автоматической ведомственной АЗС состоит из программной и аппаратной части.

Под аппаратной частью понимается сама заправочная станция с терминалом управления и контроля и топливораздаточной колонкой.

Программная часть представляет собой серверное программное обеспечение и программное обеспечение рабочего места пользователя.[2]

Общая схема системы представлена на рисунке (Рисунок 1).

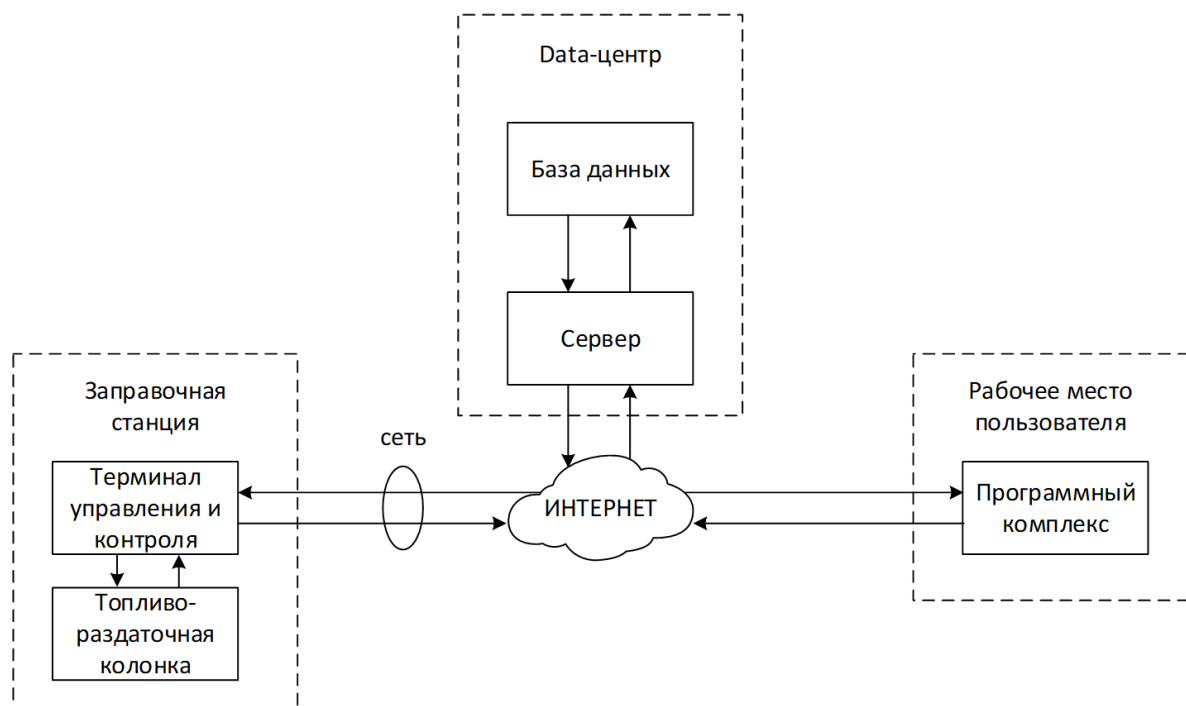


Рисунок 1. Общая схема системы управления автономной заправочной станцией.

Данная схема хорошо работает при наличии стабильного подключения аппаратной части к сети Интернет. Например, при использовании кабеля или Wi-Fi-подключения. Но если устройство используется в передвижном режиме, при использовании для заправки сельскохозяйственной техники на полях, или в карьере, где трудно обеспечить устойчивую проводную связь.[3]

В данной статье будут представлены варианты решения данной проблемы.

Так, как устройство может работать в передвижном режиме, необходимо выбрать способ передачи данных, при помощи которого устройство сможет отправлять сообщения о совершённых транзакциях, о различных нештатных ситуациях.

Одним из вариантов может быть использование GSM сети.

GSM (Global System for Mobile Communications) - это стандарт мобильной связи, который позволяет передавать голосовые и данные с помощью радиочастот. [4]

Для передачи данных GSM использует пакетную коммутацию, которая разбивает данные на небольшие пакеты и отправляет их по сети.

GSM имеет ряд преимуществ, которые делают его подходящим для разных приложений мобильной связи, таких как:

- Широкое покрытие территории: GSM имеет большое количество базовых станций, которые обеспечивают хороший прием сигнала в разных регионах и странах.
- Высокая безопасность передачи данных: GSM использует шифрование на разных уровнях: физическом, канальном и сетевом. Также GSM использует аутентификацию устройств и сим-карт, а также защиту от перехвата и подмены сообщений.

GSM имеет также некоторые недостатки, которые ограничивают его возможности и эффективность, такие как:

- Высокое энергопотребление устройств: GSM требует высокой мощности передатчика для установления и поддержания связи с базовой станцией, что снижает время работы устройств от батарей.
- Высокая стоимость подключения к сети оператора: GSM требует оплаты за использование сети оператора, которая зависит от длительности и объема передачи данных. Также GSM требует оплаты за роуминг между разными сетями операторов, что может быть дорого для пользователей, которые перемещаются между сетями.
- Также GSM имеет низкую скорость передачи данных по сравнению с другими технологиями, что может быть недостаточно для некоторых приложений.
- Зависимость от доступности сигнала: GSM зависит от наличия и качества сигнала от базовой станции, который может быть нарушен разными факторами, такими как препятствия, погода, помехи и т.д. Это может приводить к потере связи или ухудшению качества связи.

Вторым способом передачи данных можно привести сети LoRaWAN.

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) - это протокол сетевого уровня, который использует технологию LoRa (Long Range) для передачи данных на большие расстояния с низким энергопотреблением. LoRaWAN использует частотные диапазоны 433 МГц, 868 МГц и 915 МГц в зависимости от региона. LoRaWAN поддерживает скорость передачи данных от 0,3 кбит/с до 50 кбит/с в зависимости от расстояния и пропускной способности канала.

LoRaWAN обеспечивает дальнюю связь между устройствами IoT и базовыми станциями, низкое энергопотребление устройств, низкую стоимость развертывания сети, высокую безопасность передачи данных с помощью шифрования и аутентификации, а также возможность двусторонней коммуникации, мобильности и локализации устройств.[5]

Принцип работы LoRaWAN

LoRaWAN работает по принципу звезды из звезд, где устройства IoT (также называемые конечными узлами или end-devices) подключаются к одной или нескольким базовым станциям (также называемым шлюзами или gateways) через беспроводной канал LoRa. Базовые станции подключаются к сетевому серверу (network server) через Интернет или другую сеть. Сетевой сервер отвечает за управление сетью LoRaWAN, такими функциями как адаптация скорости передачи данных, выбор лучшего шлюза для передачи сообщений, дедупликация сообщений, проверка безопасности и маршрутизация сообщений между конечными устройствами и приложениями.

LoRaWAN поддерживает три класса устройств:

- Класс А: это самый энергоэффективный класс, который подходит для устройств с низкой частотой передачи данных и без строгих требований к задержке. Устройства класса А инициируют передачу данных по своему расписанию и открывают два коротких окна для приема данных после каждой передачи. Это означает, что они могут получать данные только после того, как они сами отправят данные.
- Класс В: Устройства класса В наследуют все свойства класса А, но также получают дополнительные окна для приема данных по фиксированному расписанию, которое синхронизируется с шлюзом посредством специальных сообщений (beacons).

- Класс C: это класс, который подходит для устройств с самой высокой частотой передачи данных. Устройство всегда находится в состоянии приёма и может получить команду или сигнал от сервера приложений. Приём прерывается на короткое время, когда устройство само передаёт информацию.

LoRaWAN имеет ряд преимуществ, которые делают его подходящим для разных приложений IoT, таких как:

- Дальняя связь: LoRaWAN может передавать данные на расстояния до 15 км в городских условиях и до 40 км в сельских условиях, что позволяет охватывать большие территории с небольшим количеством базовых станций.

- Низкое энергопотребление: LoRaWAN использует технологию LoRa, которая основана на модуляции с расширением спектра (spread spectrum modulation), что позволяет передавать данные с низкой мощностью и высокой помехоустойчивостью. Устройства LoRaWAN могут работать от батарей на несколько лет без подзарядки.

- Низкая стоимость: LoRaWAN требует низкой стоимости развертывания и эксплуатации сети, так как использует открытые частотные диапазоны, не требует лицензирования и поддерживает разные топологии сети (звезда, меш, гибрид). Кроме того, устройства LoRaWAN имеют низкую стоимость производства и поддержки.

- Высокая безопасность: LoRaWAN обеспечивает высокую безопасность передачи данных с помощью шифрования на разных уровнях: сетевом, прикладном и устройственном. Также LoRaWAN поддерживает аутентификацию устройств и шлюзов, а также защиту от воспроизведения сообщений (replay attacks).

Исходя из этого можно произвести сравнение этих двух технологий по следующим критериям:

- Покрытие. GSM требует большого количества базовых станций, которые должны быть расположены на определенном расстоянии друг от друга, чтобы обеспечить хорошее качество связи. LoRaWAN использует низкочастотные диапазоны, которые имеют большую проникающую способность и могут достигать до 40 км в сельской местности и до 15 км в городской среде.
- Пропускная способность. GSM поддерживает высокую пропускную способность до 236 кбит/с и может передавать голосовые данные и мультимедийные сообщения. LoRaWAN поддерживает низкую пропускную способность от 0,3 до 50 кбит/с и может передавать только текстовые данные и маленькие файлы. Это означает, что LoRaWAN не подходит для приложений, которые требуют высокоскоростной передачи данных или голосовой связи.
- Стоимость. GSM требует оплаты за использование лицензированных частотных диапазонов и за каждое подключение к базовой станции. LoRaWAN использует бесплатные частотные диапазоны и не требует оплаты за подключение к сети. LoRaWAN также имеет более низкую стоимость оборудования и обслуживания по сравнению с GSM.

Ниже приведена таблица (Таблица 1) сравнения технологий GSM и LoRaWAN.

Таблица 1. Сравнение технологий GSM и LoRaWAN.

Параметр	GSM	LoRaWAN
Скорость передачи данных	До 384 кбит/с	От 0,3 кбит/с до 50 кбит/с

Дальность передачи данных	До 35 км	До 15 км в городских условиях, до 40 км в сельских условиях
Стоимость	Высокая	Низкая
Инфраструктура	Требуется подключение к сети оператора	Требуется установка собственных базовых станций или подключение к публичной сети
Безопасность	Высокая	Высокая

#### Вывод

GSM и LoRaWAN имеют разные характеристики, которые определяют их применимость для разных целей. GSM подходит для передачи голоса и больших объемов данных с высокой скоростью, но требует высокого энергопотребления и стоимости. LoRaWAN подходит для передачи малых объемов данных с низкой скоростью, но обеспечивает большую дальность, низкое энергопотребление и стоимость.

Так, как устройства не будут передавать потоковые данные и передача ограничивается только бинарными данными о транзакциях и произошедших событиях. Также устройства могут применяться не только в местах, где присутствует хорошая мобильная связь (например, использование терминала на передвижной АЗС (бензовозе), которая едет на участки производства работ (поля, отдалённые от населённых пунктов, глубокие карьеры)). Эти особенности дают преимущество технологии LoRaWAN при выборе метода передачи данных. Также отсутствие абонентской платы, работа в собственной сети и достаточно большая площадь охвата позволяют сделать выбор метода передачи данных в пользу технологии LoRaWAN.

#### Список литературы:

1. Головкова Е. О., Софиев А. Э. Комплексная автоматизация автозаправочных станций // Известия МГТУ. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-avtomatizatsiya-avtozapravochnyh-stantsiy> (дата обращения: 19.02.2023).
2. Танатканова Асель Кайратовна, Жамбаева Анар Куанышбековна Построение клиент-серверных приложений // Наука и образование сегодня. 2019. №6-2 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-klient-servernyh-prilozheniy> (дата обращения: 20.02.2023).
3. Булатов, В.Н. Микропроцессорная техника. Схемотехника и программирование: учебное пособие / В.Н. Булатов, О.В. Худорожков. — Электрон. дан. — Оренбург : ОГУ, 2016. — 376 с. URL: [http://artlib.osu.ru/web/books/content\\_all/8807.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/content_all/8807.pdf) (дата обращения: 19.02.2023).
4. Рубцова, Л.Ю. Технологии обеспечения безопасности информации при передаче данных в компьютерных сетях / Л. Ю. Рубцова // Экономическая среда. — 2019. — № 2. — С. 24-28. — ISSN 2306-1758. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/312924> (дата обращения: 11.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Вишняков, В.А. Модели устройств и технологии передачи обработки данных в сетях интернета вещей / В. А. Вишняков // Системный анализ и прикладная информатика. — 2022. — № 2. — С. 34-39. — ISSN 2309-4923. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/journal/issue/321107> (дата обращения: 11.12.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

**References:**

1. Golovkova E. O., Sofiev A. E. Complex automation of gas stations // Izvestia of the Moscow State Technical University. 2012. No.2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-avtomatizatsiya-avtozapravochnyh-stantsiy> (date of application: 02/19/2023).
2. Tanatkanova Asel Kairatovna, Zhambaeva Anar Kuanyshebekovna Building client-server applications // Science and Education today. 2019. No.6-2 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-klient-servernyh-prilozheniy> (date of application: 02/20/2023).
3. Bulatov, V.N. Microprocessor technology. Circuit engineering and programming: a textbook / V.N. Bulatov, O.V. Khudorozhkov. – Electron. dan. – Orenburg : OSU, 2016. – 376 p. URL: [http://artlib.osu.ru/web/books/content\\_all/8807.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/content_all/8807.pdf) (date of application: 02/19/2023).
4. Rubtsova, L.Y. Technologies for ensuring information security during data transmission in computer networks / L. Y. Rubtsova // The economic environment. - 2019. – No. 2. – pp. 24-28. – ISSN 2306-1758. – Text : electronic // Lan : electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/312924> (date of application: 11.12.2023). – Access mode: for authorization. users.
5. Vishnyakov, V.A. Models of devices and technologies of data processing transmission in the Internet of Things networks / V. A. Vishnyakov // System analysis and applied informatics. - 2022. – No. 2. – pp. 34-39. – ISSN 2309-4923. – Text : electronic // Lan : electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/321107> (date of application: 11.12.2023). – Access mode: for authorization. users.