

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.9.4>**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАДИОТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ DECT, GSM, CDMA**

Научная статья

Галыгин С.С.^{1,*}, Маяков А.К.², Сергеев А.Э.³^{1, 2, 3} Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (sergejgalygin05[at]gmail.com)

Аннотация

В данной статье проведен сравнительный анализ трех основных технологий радиотелефонной связи: DECT, GSM и CDMA. Каждая из этих технологий имеет свои уникальные особенности, области применения и происточные преимущества и недостатки. В статье рассматриваются такие аспекты, как технические характеристики, покрытия и доступность, показатели эффективности, безопасность и экономические аспекты внедрения. Основные выводы подчеркивают, как данные технологии могут быть использованы в различных условиях и сценариях, предлагая рекомендации по их выбору в зависимости от конкретных потребностей. Настоящая работа может служить руководством для специалистов и организаций, занимающихся интеграцией телекоммуникационных систем.

Ключевые слова: радиотелефонная связь, DECT, GSM, CDMA, сравнительный анализ, технологии связи, эффективность связи, качество связи, безопасность, экономические аспекты, телекоммуникации.

COMPARATIVE ANALYSIS OF VARIOUS RADIO TELEPHONE COMMUNICATION TECHNOLOGIES: DECT, GSM, CDMA

Research article

Galygin S.S.^{1,*}, Mayakov A.K.², Sergeev A.E.³^{1, 2, 3} Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

* Corresponding author (sergejgalygin05[at]gmail.com)

Abstract

This article presents a comparative analysis of three main radio telephone technologies: DECT, GSM and CDMA. Each of these technologies has its own unique traits, areas of application and inherent pros and cons. The paper covers aspects such as technical characteristics, coverage and availability, performance indicators, security and economic aspects of implementation. The main conclusions highlight how these technologies can be used in different conditions and scenarios, offering recommendations on their selection depending on specific needs. This work can serve as a guide for specialists and organisations involved in the integration of telecommunications systems.

Keywords: radio telephone communication, DECT, GSM, CDMA, comparative analysis, communication technologies, communication efficiency, communication quality, security, economic aspects, telecommunications.

Введение

Современный мир сложно представить без надежной и доступной мобильной связи, которая обеспечивает взаимодействие людей и бизнеса на глобальном уровне. Развитие телекоммуникационных технологий стало катализатором революционных изменений, затронувших практически все аспекты нашей жизни. Одними из первопроходцев в области радиотелефонной связи стали технологии DECT, GSM и CDMA, каждая из которых сыграла значимую роль в формировании того, что мы сегодня понимаем под мобильной связью.

DECT, GSM и CDMA представляют собой три различающихся стандарта передачи данных и голоса, каждый из которых обладает своими техническими характеристиками, преимуществами и сферой применения. DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) широко используется в беспроводных телефонных системах и ориентирован на предоставление высококачественной передачи голоса на короткие дистанции. GSM (Global System for Mobile Communication) по праву считается одной из самых успешных технологий мобильной связи с обширной зоной покрытия и развитой инфраструктурой. CDMA (Code Division Multiple Access), в свою очередь, известна своей способностью к обеспечению множества соединений и является основой для ряда современных мобильных сетей.

Цель данной статьи — провести сравнительный анализ упомянутых технологий, выявить их сильные и слабые стороны, а также предоставить рекомендации по оптимальному выбору технологии в зависимости от специфических условий и задач. Мы будем рассматривать различные параметры, такие как качество и скорость передачи данных, уровень безопасности, доступность по всему миру, а также экономические аспекты внедрения и эксплуатации этих технологий. Таким образом, данная работа может выступать в качестве ценного ресурса для специалистов в области телекоммуникаций, позволяя принимать более обоснованные решения при выборе решений радиотелефонной связи.

Основные характеристики технологий DECT

Технология DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications), развивавшаяся в Европе в начале 1990-х годов, представляет собой стандарт беспроводной связи, изначально предназначенный для передачи голоса. Несмотря на свою «возрастную» принадлежность, DECT остается актуальным и активно используется в беспроводных телефонных

системах, особенно в контексте офисных и домашних решений. Давайте рассмотрим ключевые характеристики этой технологии.

2.1. История и развитие

DECT был разработан Европейским институтом по стандартизации телекоммуникаций (ETSI) как преемник аналоговых аналогов беспроводных телефонов. С момента своего появления эта технология неизменно улучшалась, включая возможность передачи не только голоса, но и данных, таких как текст и мультимедиа.

2.2. Технические характеристики

DECT функционирует в диапазоне частот 1880–1900 МГц, что обеспечивает минимизацию помех со стороны других электронных устройств. Стандарт поддерживает высокую плотность пользователей и обеспечивает качественную передачу голоса благодаря инновационной технологии цифрового кодирования и декодирования. Каналы DECT обеспечивают передачу данных со скоростью от 32 до 320 кбит/с.

2.3. Области применения

DECT нашел широкое применение в организации беспроводной связи внутри зданий, таких как офисы и жилые дома, и является стандартом для большинства домашних беспроводных телефонов в Европе и многих других странах. Технология также используется в системах охранного оповещения, системах медицинской связи и некоторых промышленных решениях.

2.4. Преимущества

Одним из главных преимуществ DECT является высокая качество передачи голоса и устойчивость к помехам. Технология поддерживает динамическое распределение каналов, что обеспечивает непрерывность и стабильность соединения. DECT-системы легко настраиваются и масштабируются, а также обеспечивают высокий уровень безопасности благодаря методам шифрования.

2.5. Недостатки

Основными недостатками DECT является его ограниченная зона действия, которая делает эту технологию менее пригодной для применения вне помещений. Кроме того, в условиях высоких плотностей пользователей могут возникать проблемы с качеством связи.

DECT по-прежнему остается одной из ключевых технологий в сегменте беспроводных телефонов, предлагая надежное и качественное решение для передачи голоса и данных на короткие расстояния. Эта технология продолжает оставаться востребованной в силу своей надежности, простоты развертывания и высокого уровня безопасности.

Основные характеристики технологий GSM

Технология GSM (Global System for Mobile Communications) является одной из самых популярных и широко распространенных систем мобильной связи в мире. Возникшая в 1980-х годах и разработанная европейскими специалистами, GSM быстро завоевала популярность благодаря своей способности обеспечивать надежную и эффективную передачу голоса и данных на больших расстояниях. Рассмотрим основные характеристики этой технологии.

3.1. История и развитие

GSM был разработан как европейский стандарт для цифровой мобильной связи, который должен был заменить аналоговые системы и создать единую инфраструктуру для стран Европы. С момента своего появления в 1991 году GSM приобрел глобальный масштаб и стал стандартом для большинства мобильных сетей, охватив более 200 стран и территорий.

3.2. Технические характеристики

GSM использует технологию множественного доступа с временным разделением (TDMA) и работу в различных диапазонах частот (850, 900, 1800, и 1900 МГц), что делает его гибким в плане частотных ресурсов. Стандарт GSM поддерживает передачу голоса, текстовых сообщений (SMS), а также передачу данных менее высокой и средней скорости, используя такие технологии как GPRS и EDGE. Максимальная скорость передачи данных в сетях GSM может достигать 384 кбит/с.

3.3. Области применения

Благодаря своей универсальности и надежности, GSM является основой для мобильных сетей, предоставляя услуги голосовой связи, текстовых сообщений, мобильного доступа в интернет и роуминга. Это делает стандарт особенно ценным для сотовых операторов и пользователей, часто перемещающихся между разными регионами и странами.

3.4. Преимущества

Одно из ключевых преимуществ GSM — это глобальная совместимость. Пользователи могут воспользоваться роумингом для поддержания связи при поездках в другие страны. Система GSM также поддерживает высокое качество голосовой связи и упрощенную архитектуру сети, что делает её надежной и сравнительно недорогой в эксплуатации. Высокая плотность базовых станций обеспечивает покрытие даже в труднодоступных местах.

3.5. Недостатки

Несмотря на свои многочисленные плюсы, GSM имеет ограниченную скорость передачи данных по сравнению с более современными стандартами, такими как LTE и 5G. Это может стать препятствием в условиях, требующих высокой скорости передачи данных, например, для передачи потокового видео или облачных сервисов.

В целом, GSM сыграл эпохальную роль в развитии мобильной связи, обеспечивая миллиарды пользователей стабильной и качественной связью. Его высокая степень адаптации и простота использования сделали его основой современной мобильной индустрии, а опыт, накопленный при его развертывании и эксплуатации, стал важным вкладом в развитие следующего поколения телекоммуникационных технологий.

Основные характеристики технологий CDMA

Технология CDMA (Code Division Multiple Access) представляет собой одну из ключевых технологий для цифровой мобильной связи, которая используется для передачи голоса и данных. В отличие от других стандартов, таких как GSM, CDMA использует уникальный метод множественного доступа, что обеспечивает ряд преимуществ в плане качества связи и ее безопасности. Рассмотрим основные характеристики этой технологии.

4.1. История и развитие

CDMA была разработана компанией Qualcomm в 1980-х годах и впервые получила коммерческое внедрение в США в 1995 году. Принцип работы CDMA основан на использовании системы кодового разделения каналов, что позволяет множеству устройств использовать один и тот же диапазон частот одновременно. Эта технология быстро завоевала популярность в Северной Америке и на ряде азиатских рынков.

4.2. Технические характеристики

Технология CDMA отличается использованием кодового разделения, где каждая передача информации кодируется с использованием уникальной последовательности. Это позволяет устройствам передавать данные одновременно, не мешая друг другу, и значительно улучшает спектральную эффективность. CDMA работает в диапазоне частот около 800 и 1900 МГц. Скорость передачи данных может существенно варьироваться в зависимости от используемой версии технологии — от CDMA2000 до более продвинутых EV-DO Rev. A и B, обеспечивая скорость до нескольких мегабит в секунду.

4.3. Области применения

CDMA широко используется в мобильной связи, предлагая голосовые и текстовые услуги, а также мобильный доступ в интернет. Эта технология особенно популярна в странах Северной Америки и нескольких азиатских странах, где обеспечивается широкий охват и высокая надежность.

4.4. Преимущества

Одним из ключевых преимуществ CDMA является высокая спектральная эффективность, что позволяет большему количеству пользователей находиться в сети без потери качества. Метод кодирования обеспечивает также высокую степень безопасности связи. Кроме того, технология демонстрирует отличную производительность в условиях высокой загрузки сети и сложных радиочастотных средах благодаря способности исправлять ошибки и устранять интерференцию.

4.5. Недостатки

Несмотря на свои достоинства, CDMA имеет и недостатки. Стоимость развертывания инфраструктуры и оборудования может быть выше по сравнению с другими технологиями. Также, поскольку CDMA является стандартизированной в основном на ограниченных рынках, это ограничивает его глобальную доступность и совместимость по сравнению с более распространенным GSM.

CDMA продолжает играть важную роль в отрасли телекоммуникаций, предоставляя надежные решения для миллионов пользователей по всему миру. Благодаря своим характеристикам, эта технология обеспечивает высокое качество передачи данных и голосовой связи, особенно в условиях высокой плотности пользователей и ограниченного спектра. Однако, в свете развития новых технологий, таких как 4G LTE и 5G, роль CDMA постепенно снижается, уступая место более современным и универсальным решениям.

Сравнительный анализ: Показатели эффективности

Когда речь идет о технологиях радиотелефонной связи, таких как DECT, GSM и CDMA, показатели эффективности играют ключевую роль в определении их пригодности для различных сценариев и условий эксплуатации. Рассмотрим, как эти технологии соотносятся друг с другом по основным критериям эффективности.

5.1. Скорость передачи данных

Скорость передачи данных является одним из самых важных показателей эффективности, особенно в условиях быстрого роста спроса на мобильный интернет.

DECT: Эта технология изначально разрабатывалась для высококачественной передачи голоса на короткие расстояния, поэтому не обеспечивает высоких скоростей передачи данных. Она ограничена пределами около 32–320 кбит/с, что делает её менее подходящей для современных задач, требующих высокой пропускной способности.

GSM: GSM, используя технологии пакетов передачи данных, такие как GPRS и EDGE, может достигать скорости до 384 кбит/с. Это подходит для базовых интернет-задач, но недостаточно для более интенсивного использования, вроде потокового видео.

CDMA: CDMA предлагает более высокую скорость передачи данных за счёт использования технологий, таких как CDMA2000 и EV-DO. Особенно EV-DO может обеспечить скорости данных до нескольких мегабит в секунду, что делает CDMA предпочтительным для применения, требующего более высокой пропускной способности.

5.2. Качество связи

Качество связи включает в себя как четкость и стабильность голоса, так и способность сети сохранять качество в условиях высокой нагрузки.

DECT: Известен своим высоким качеством передачи голоса в условиях маломасштабных сетей, например, в офисах и домашних условиях. Концентрация на передаче голоса делает его менее подходящим для данных.

GSM: GSM хорошо справляется с голосовой связью, предоставляя стабильные и качественные звонки, но может ухудшаться в условиях высокой загрузки сети, где качество и скорость передачи данных существенно падают.

CDMA: из-за своего уникального способа кодирования, CDMA обеспечивает отличное качество связи даже в условиях высокой загрузки сети, что делает его предпочтительным в густонаселенных регионах.

5.3. Энергоэффективность

Энергоэффективность определяет, как долго устройства могут работать без подзарядки при взаимодействии с сетью.

DECT: Разработан с учетом энергоэффективности для работы в беспроводных телефонах, предлагая длительное время автономной работы.

GSM: GSM-сети более энергоёмкие в сравнении с DECT, так как они поддерживают более широкие зоны покрытия и могут тратить заряд батареи быстрее в условиях плохого сигнала.

CDMA: CDMA-сети более энергоэффективны, чем GSM, при этом предоставляя большую пропускную способность и лучшее качество связи, что позволяет устройствам работать дольше без дополнительной подзарядки.

Итак, выбор технологии зависит от конкретных потребностей и условий эксплуатации. Для маломасштабных сетей и приложений, требующих только высококачественной голосовой связи, DECT является отличным вариантом. GSM предоставляет более широкие возможности для голосовой связи и базового обмена данными, особенно в осложненных условиях. Тем не менее, в сценариях, требующих более высокой скорости передачи данных и надежного соединения, CDMA часто может предложить лучшее решение.

Сравнительный анализ: Покрытие и доступность

Покрытие и доступность — это ключевые показатели, которые определяют возможность использования технологии радиотелефонной связи в различных географических и инфраструктурных условиях. Они могут существенно повлиять на выбор подходящей технологии для оператора связи или конечного пользователя. Рассмотрим, как DECT, GSM и CDMA соотносятся по этим параметрам.

6.1. DECT

Покрытие: DECT имеет ограниченное покрытие, ориентированное в первую очередь на небольшие территории, такие как офисы, жилые помещения и малые предприятия. Зона действия DECT-систем обычно составляет несколько сотен метров, что вполне достаточно для их целевого использования, но недостаточно для работы на больших расстояниях или открытых пространствах.

Доступность: DECT широко доступен в Европе и используется в качестве стандарта для беспроводных телефонов. Однако его применимость вне помещений и на удаленных территориях ограничена из-за небольшой зоны действия.

6.2. GSM

Покрытие: GSM обладает одним из самых широких покрытий в мире. Сети GSM охватывают более 200 стран и обеспечивают надежную связь практически во всех населенных районах планеты. Это делает GSM идеальным выбором для пользователей, которые требуют стабильной связи на больших расстояниях и в роуминговых условиях.

Доступность: GSM является стандартом «де-факто» для большинства мобильных сетей во всем мире, что делает его легко доступным и совместимым с широчайшим спектром устройств и применений. Это также облегчает роуминг между различными регионами и странами.

6.3. CDMA

Покрытие: CDMA также обеспечивает значительное покрытие, особенно в Северной Америке и некоторых странах Азии. В то время как покрытие CDMA не столь глобальное, как у GSM, оно достаточно широко для удовлетворения потребностей крупных региональных операторов и пользователей в соответствующих областях.

Доступность: CDMA, будучи менее распространенной международной, в основном поддерживается в США, Канаде, Южной Корее и некоторых других странах. Это может создать трудности с роумингом, если пользователь покидает регион с поддержкой CDMA.

В итоге выбор технологии часто определяется конкретной географией и потребностями. DECT является идеальным вариантом для статических и внутренних решений связи. GSM подходит пользователям, которым необходимо широкое географическое покрытие и международный роуминг. CDMA, хоть и менее распространен, чем GSM, предлагает мощное региональное покрытие и высокое качество связи на определенных рынках. Операторы и пользователи должны учитывать эти факторы в зависимости от того, где и как планируется использование мобильной связи.

Преимущества и недостатки

При выборе технологии радиотелефонной связи важно взвесить все плюсы и минусы, которые она может предложить. В данной главе рассмотрим преимущества и недостатки технологий DECT, GSM и CDMA, чтобы помочь понять, какие из них лучше всего соответствуют конкретным потребностям и условиям использования.

7.1. DECT

Преимущества:

- Высокое качество голоса: DECT обеспечивает исключительно высокое качество голосовой передачи, идеально подходящее для офисных и домашних телефонов.
- Надежность: Системы DECT обладают высокой устойчивостью к помехам, что гарантирует стабильность соединения в ограниченных зонах действия.
- Энергоэффективность: DECT-устройства отличаются энергоэффективностью, что увеличивает время автономной работы беспроводных телефонов.
- Легкость настройки: Простота установки и управления DECT-системами делает их широко популярными для использования в ограниченных помещениях.

Недостатки:

- Ограниченная зона действия: DECT подходит только для небольших помещений, из-за чего его нельзя использовать для мобильной связи на больших расстояниях.
- Ограниченная функциональность: из-за фокусировки на голосовой связи DECT не поддерживает высокоскоростную передачу данных.

7.2. GSM

Преимущества:

- Широкое покрытие: GSM обеспечивает обширное глобальное покрытие, включая более 200 стран, что делает его идеальным для международного роуминга.
- Совместимость: Поддержка множества устройств и доступность в большинстве регионов упрощает использование сети и улучшает пользовательский опыт.
- Стабильность и распространённость: Будучи зрелой и общепризнанной технологией, GSM предлагает надежность и проверенные временем решения.

Недостатки:

- Ограниченная скорость передачи данных: по сравнению с более современными стандартами, такими как LTE и 5G, скорость передачи данных в GSM не соответствует требованиям современных приложений.
- Энергоёмкость: GSM-устройства могут быстрее разряжать аккумулятор в условиях слабого сигнала.

7.3. CDMA

Преимущества:

- Высокая спектральная эффективность: позволяет использовать ограниченные частотные ресурсы для обслуживания большого числа пользователей.
- Отличное качество связи: предлагает высокое качество голоса и данных даже в условиях высокой загруженности сети.

- Энергоэффективность: CDMA-устройства, как правило, более энергоэффективны, чем GSM-аналоги.

Недостатки:

- Ограниченная международная доступность: CDMA ограничено распространена за пределами некоторых крупных рынков, таких как Северная Америка и Южная Корея.
- Сложности с роумингом: часто возникает необходимость в наличии дополнительных устройств для роуминга за границами покрытия CDMA.
- Высокие затраты на инфраструктуру: Развертывание и поддержка CDMA может быть дороже по сравнению с более распространенными стандартами.

Таким образом, выбор технологии зависит от конкретных нужд и условий: DECT подходит для локальных беспроводных систем, GSM предлагает гибкость и широкое покрытие, а CDMA обеспечивает высокую эффективность в определенных региональных условиях. Оптимальное решение должно учитывать как технические, так и экономические параметры выбранной технологии.

Сравнение энергоэффективных протоколов

Давайте подробно рассмотрим три технологии радиотелефонной связи: DECT, GSM и CDMA, акцентируя внимание на их энергоэффективности.

8.1. DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)

DECT изначально разрабатывался для беспроводных телефонов с высокой качественной голосовой связью. В последние годы, с появлением DECT ULE (Ultra Low Energy), этот протокол стал более подходящим для устройств Интернета вещей (IoT).

- Энергоэффективность: DECT ULE отличается низким энергопотреблением, что делает его идеальным для устройств с батарейным питанием, таких как датчики и умные устройства.
- Режимы энергосбережения: В DECT используются интервалы активности и паузы (дьюти саиклинг), что позволяет устройству находиться в режиме покоя большую часть времени, но быстро активироваться при необходимости передачи данных.
- Преимущества: Высокая устойчивость к помехам, благодаря мультифреквентной передаче, и возможность использования в домашних и офисных сетях.

8.2. GSM (Global System for Mobile Communications)

GSM — это одна из самых распространенных технологий мобильной связи, известная своей надежностью и широким покрытием.

- Энергоэффективность: Одним из современных решений на основе GSM является EC-GSM-IoT, разработанный специально для подключенных устройств с низким энергопотреблением (IoT).
- Управление энергопотреблением: GSM использует временное мультиплексирование, которое позволяет оптимально использовать каналы для передачи и экономить энергию. Устройства могут включаться в нужные моменты и оставаться в режиме ожидания в остальные.
- Стратегии энергосбережения: используются технологии постоянного контроля мощности сигнала для поддержания низкого уровня энергопотребления, особенно в режимах ожидания и на краю соты.

8.3. CDMA (Code Division Multiple Access)

CDMA фокусируется на увеличении количества пользователей на одной полосе частот без снижения качества связи.

- Энергоэффективность: благодаря свойству распределенного спектра каждая станция использует минимально необходимый уровень мощности для устойчивого соединения.
- Power Control: Система динамически регулирует мощность для каждого устройства, чтобы минимизировать потребление энергии и компенсировать изменения в окружающей среде.
- Преимущества: CDMA известна своей эффективной передаче данных и устойчивостью к многопутевым отражениям, что позволяет уменьшить потребление энергии, особенно в плотных городских условиях.

8.4. Заключение

Когда мы сравниваем эти технологии с точки зрения энергоэффективности, важно учитывать их конкретные применения.

- DECT с ULE прекрасен для IoT и умных домов благодаря простоте развертывания и низкому энергопотреблению.

- GSM с EC-GSM-IoT выгоден для более широкого применения, где требуется массовый охват и совместимость с существующей инфраструктурой.

- CDMA идеален для плотных сетевых условий, где мощность сигнала и качество передачи критичны.

Каждая из технологий может быть адаптирована под определенные задачи, и выбор в пользу той или иной технологии будет в значительной степени зависеть от требований конкретного приложения.

Формульное сравнение

Для сравнения энергоэффективности протоколов DECT, GSM и CDMA на формальном уровне, можно использовать следующие параметры и формулы:

9.1. DECT

Энергоэффективность DECT может быть оценена через соотношение активного времени передачи данных к времени нахождения в режиме ожидания, что описывается формулой:

$$\eta_{\text{DECT}} = \frac{T_{\text{active}}}{T_{\text{active}} + T_{\text{idle}}}$$

Где:

- T_{active} — время, потраченное на активную передачу данных.

- T_{idle} — время в режиме ожидания.

9.2. GSM

Энергоэффективность GSM часто оценивается по управлению мощностью сигнала и временным слотом:

$$\eta_{\text{GSM}}^{(\text{мощность})} = \frac{P_{\text{min}}}{P_{\text{avg}}}$$

Где:

- P_{min} — минимальная мощность, необходимая для поддержания стабильного соединения.

- P_{avg} — средняя мощность, используемая устройством.

Дополнительно применяют оценку по времени передачи данных и времени ожидания, аналогично DECT:

$$\eta_{\text{GSM}}^{(\text{время})} = \frac{T_{\text{active}}}{T_{\text{active}} + T_{\text{idle}}}$$

9.3. CDMA

Энергоэффективность CDMA оценивается по технологии управления мощностью и количеству пользователей, которые она может одновременно поддерживать:

$$\eta_{\text{CDMA}} = \frac{P_{\text{total}}}{N \cdot P_{\text{user}}}$$

Где:

- P_{total} — общая мощность, доступная в системе.

- N — количество пользователей.

- P_{user} — мощность, используемая одним пользователем для поддержания соединения.

9.4. Общее сравнение

Комбинирование этих формул позволяет оценить энергоэффективность каждой технологии в контексте её применения:

- DECT: проигрывает только в условиях, где требуется постоянная передача, но выигрывает за счёт низкой энергии ожидания.

- GSM: Хорош на большой территории с наличием множества базовых станций, эффективен во временном распределении мощности.

- CDMA: Сильная сторона в управлении мощностью среди большого количества пользователей, что потенциал снижает среднюю потребляемую мощность на пользователя.

Каждый протокол имеет свои сильные стороны и слабые стороны в зависимости от требуемых условий использования (типа оборудования, взаимодействий с пользователями, топологии сети и др.).

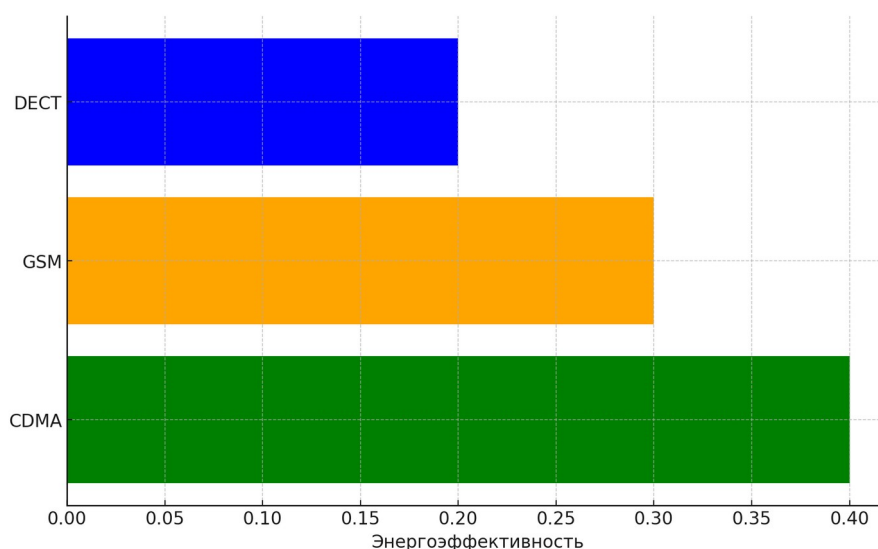


Рисунок 1 - Сравнительный анализ энергоэффективности DECT, GSM и CDMA
DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.9.4.1>

Обсуждение

В данном разделе осуществляется обсуждение результатов исследования, посвященного сравнительному анализу технологий радиотелефонной связи DECT, GSM и CDMA. Анализ проведен на основе различных параметров, включая пропускную способность, качество связи, энергопотребление, стоимость реализации и географическое покрытие.

10.1. Пропускная способность и качество связи

Технология DECT, используемая преимущественно для беспроводных телефонов в домашних и офисных условиях, обеспечивает стабильную связь на небольших расстояниях. Её ограниченная пропускная способность и радиус действия делают её менее подходящей для широкомасштабного использования по сравнению с GSM и CDMA.

GSM (Global System for Mobile Communications) демонстрирует хорошую пропускную способность и качество связи для голосовых вызовов и передачи данных. Он получил широкое распространение благодаря своей эффективности и устойчивости к помехам в широком диапазоне частот. Однако, с увеличением нагрузки на сеть качество связи может снижаться.

CDMA (Code Division Multiple Access), в свою очередь, обеспечивает более высокую пропускную способность и качество связи, особенно в загруженных сетях. Использование технологии спектрального расширения позволяет увеличить ёмкость сети без потери качества, что делает CDMA предпочтительным выбором в плотных урбанистических зонах.

10.2. Энергопотребление

Сравнительный анализ энергопотребления показал преимущества системы DECT, которая расходует меньше энергии по сравнению с GSM и CDMA, что обусловлено её использованием в ограниченных пространствах. GSM, напротив, требует больше энергии для обеспечения связи на больших расстояниях и в условиях пересечённой местности. Тем не менее, CDMA, несмотря на сложную технологию, продемонстрировала более эффективное потребление энергии благодаря использованию более узких полос частот.

10.3. Стоимость реализации

Стоимость внедрения и обслуживания сетей DECT, GSM и CDMA существенно варьируется. DECT имеет наименьшие затраты за счёт своей ограниченной инфраструктуры и применения, однако её область использования остается узкой. GSM имеет средние затраты на развертывание и эксплуатацию и является выгодным компромиссом между стоимостью и возможностями. CDMA, будучи более мощной технологией, требует больших инвестиций на этапе развертывания, однако может обеспечить большую ёмкость и более качественные услуги связи.

10.4. Географическое покрытие

В отношении географического покрытия DECT сильно ограничен, так как предназначен для локальных сетей. GSM обладает обширным географическим охватом на всех континентах, что объясняется его универсальностью и простотой согласования сотовых сетей. CDMA, хотя и менее распространен в мире по сравнению с GSM, обладает значительным покрытием в ряде регионов, включая Северную Америку и некоторых странах Азии, обеспечивая мощное и устойчивое соединение в густонаселённых областях.

Заключение

Технологии радиотелефонной связи DECT, GSM и CDMA стали краеугольным камнем развития современной мобильной коммуникации, каждая, занимая свою уникальную нишу и предлагая пользователям определенные преимущества. Проведенный сравнительный анализ позволяет глубже понять, как эти технологии работают, и какие возможности они открывают.

DECT следует рассматривать в качестве отличного решения для локальных систем связи, особенно в офисных и домашних условиях, где критически важны высокая надежность и качество голосовой передачи. Простота установки и

эксплуатации, в сочетании с эффективностью и низкими затратами на энергопотребление, делают эту технологию чрезвычайно привлекательной.

GSM, будучи самой распространенной технологией в мире, предоставляет обширное покрытие и стабильный доступ к услугам мобильной связи в международном масштабе. Это делает её выбором большинства пользователей, которые ценят возможность международного роуминга и обширную совместимость с многими мобильными устройствами. Однако ограниченная скорость передачи данных в GSM может стать препятствием для более требовательных к ресурсу приложений.

CDMA предлагает высокую спектральную эффективность и качество связи, что особенно актуально в условиях высокой плотности пользователей. Она находит своё применение на рынках Северной Америки и Азии, предоставляя надежные коммуникационные решения для региональных операторов. Однако её ограниченная глобальная доступность может представлять трудности для пользователей, которые зависят от международного роуминга.

В заключение можно сказать, что ни одна из изученных технологий не является универсально лучшей — каждая из них удовлетворяет определенные потребности и находит своё оптимальное применение в зависимости от условий и требований конечных пользователей. Для организаций и пользователей критически важно точно определить свои потребности и географические ограничения, чтобы выбрать технологию, которая наилучшим образом поддержит их коммуникационные нужды.

Дальнейшее развитие телекоммуникационных технологий обещает привести новые стандарты, такие как 4G LTE и 5G, которые будут интегрировать лучшие аспекты существующих технологий и удовлетворять возросшие требования современных пользователей к скорости и качеству связи. Однако, независимо от прогресса, DECT, GSM и CDMA будут оставаться важной частью истории мобильной связи, обеспечивая базу для новых инноваций в этой динамично развивающейся отрасли.

Благодарности

В процессе подготовки данной статьи под названием «Сравнительный анализ различных технологий радиотелефонной связи DECT, GSM, CDMA» была получена значительная помощь от множества специалистов и организаций, которым я хотел бы выразить свою искреннюю признательность. Прежде всего, хочу поблагодарить коллег из моего института за постоянную поддержку и ценные советы на всех этапах исследования. Ваш вклад в обсуждение различных аспектов технологий радиотелефонной связи оказал огромное влияние на качество и глубину проведённого анализа. Особую благодарность выражаю научному руководителю за его терпение и экспертные рекомендации в области телекоммуникационных систем. Его опыт и советы невероятно обогатили данную работу, особенно в части, касающейся разработки методологии исследования.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Фазылзянов Р.Р., Научно-производственное объединение «Государственный институт прикладной оптики», Казань Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.9.4.2>

Acknowledgement

In preparing this article entitled “Comparative Analysis of Various Radio Telephone Technologies: DECT, GSM, CDMA”, I received considerable assistance from many specialists and organisations, to whom I would like to express my sincere gratitude. First of all, I would like to thank my colleagues at my institute for their constant support and valuable advice at all stages of the research. Your contribution to the discussion of various aspects of radio telephone communication technologies has had a tremendous impact on the quality and depth of the analysis. I would like to express my special gratitude to my research advisor for his patience and expert advice in the field of telecommunications systems. His experience and advice have greatly enriched this work, especially in terms of developing the research methodology.

Conflict of Interest

None declared.

Review

Fazilzyanov R.R., Scientific and Production Association «State Institute of Applied Optics», Kazan Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.9.4.2>

Список литературы / References

1. Грачев А.Н. Основы мобильной связи GSM и GPRS / А.Н. Грачев. — Москва: Радио и связь, 2002.
2. Кузнецов В.В. Беспроводная связь: современные технологии и системы / В.В. Кузнецов. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003.
3. Петров И.И. Технология DECT: от основы к практике / И.И. Петров. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2005.
4. Савельев П.А. Мобильная связь 3-го поколения: CDMA2000 / П.А. Савельев, К.Н. Васильев. — Москва: Эко-Трендз, 2010.
5. Фролов Д.В. Радиосистемы DECT: Теория и практика / Д.В. Фролов. — Москва: Техника, 2001.
6. Доклады по радиотехнике и электронике: Обзор технологий CDMA и GSM / Университет ИТМО. — 2019.
7. Холод В.Г. Мобильные радиосистемы: стандарты, особенности и перспективы / В.Г. Холод. — Киев: Наукова думка, 2004.
8. Лебедев Ю.П. Основы цифровой беспроводной связи / Ю.П. Лебедев. — Москва: Мир, 2003.
9. Технологии и стандарты мобильной связи: обзор и перспективы // Телекоммуникации. — 2018. — Вып. 3.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Grachev A.N. Osnovi mobilnoi svyazi GSM i GPRS [Fundamentals of Mobile Communication GSM and GPRS] / A.N. Grachev. — Moscow: Radio and communications, 2002. [in Russian]
2. Kuznetsov V.V. Besprovodnaya svyaz: sovremennye tekhnologii i sistemi [Wireless Communication: Modern Technologies and Systems] / V.V. Kuznetsov. — Saint-Petersburg: BKhV-Peterburg, 2003. [in Russian]
3. Petrov I.I. Tekhnologiya DECT: ot osnovi k praktike [DECT Technology: From Basics to Practice] / I.I. Petrov. — Moscow: Hotline–Telekom, 2005. [in Russian]
4. Savelyev P.A. Mobilnaya svyaz 3-go pokoleniya: CDMA2000 [3rd Generation Mobile Communication: CDMA2000] / P.A. Savelyev, K.N. Vasiliev. — Moscow: Eko-Trendz, 2010. [in Russian]
5. Frolov D.V. Radiosistemi DECT: Teoriya i praktika [DECT Radio Systems: Theory and Practice] / D.V. Frolov. — Moscow: Tekhnika, 2001. [in Russian]
6. Dokladi po radiotekhnike i elektronike: Obzor tekhnologii CDMA i GSM [Reports on Radio Engineering and Electronics: Overview of CDMA and GSM Technologies] / ITMO University. — 2019. [in Russian]
7. Kholod V.G. Mobilnye radiosistemi: standarti, osobennosti i perspektivi [Mobile Radio Systems: Standards, Features, and Prospects] / V.G. Kholod. — Kyiv: Naukova dumka, 2004. [in Russian]
8. Lebedev Yu.P. Osnovi tsifrovoy besprovodnoi svyazi [Fundamentals of Digital Wireless Communication] / Yu.P. Lebedev. — Moscow: Mir, 2003. [in Russian]
9. Tekhnologii i standarti mobilnoi svyazi: obzor i perspektivi [Mobile Communication Technologies and Standards: Review and Prospects] // Telekommunikatsii [Telecommunications]. — 2018. — Iss. 3. [in Russian]