

**Фадеев Константин Сергеевич,**  
к.т.н., доцент, ОмГУПС, Омск  
Fadeev Konstantin Sergeevich, OmSTU

**Галухин Кирилл Сергеевич,**  
студент, ОмГУПС, Омск  
Galukhin Kirill Sergeevich, OmSTU

**Галухина Снежана Евгеньевна**  
студент, ОмГУПС, Омск  
Galukhina snegana Evgenevna, OmSTU

## **LI-FI И WI-FI: ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ СТАНДАРТОВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ LI-FI AND WI-FI: OVERVIEW AND COMPARISON OF WIRELESS COMMUNICATION STANDARDS**

**Аннотация:** В эпоху стремительного роста беспроводной связи технология Wi-Fi стала основным игроком, предоставляющим высокоскоростной доступ в Интернет и в различные приложения. Эта статья представляет собой всесторонний обзор и сравнение двух стандартов беспроводной связи, рассматривая их принципы работы, преимущества, недостатки и потенциальные области применения. Исследуя различия между Li-Fi и Wi-Fi, мы стремимся предоставить читателям четкое понимание их соответствующих преимуществ и недостатков, помогая им принимать обоснованные решения при выборе решения для беспроводной связи, которое соответствует их конкретным потребностям.

**Abstract:** In an era of rapid growth of wireless communications, Wi-Fi technology has become a major player providing high-speed Internet access and various applications. This article provides a comprehensive overview and comparison of the two wireless communication standards, considering their principles of operation, advantages, disadvantages and potential applications. By exploring the differences between Li-Fi and Wi-Fi, we aim to provide readers with a clear understanding of their respective advantages and disadvantages, helping them make informed decisions when choosing a wireless solution that suits their specific needs.

**Ключевые слова:** Li-Fi, Wi-Fi, беспроводная связь, высокоскоростной доступ в Интернет, стандарты беспроводной связи, скорость передачи данных.

**Keywords:** Li-Fi, Wi-Fi, wireless communication, high-speed Internet access, wireless communication standards, data transfer rate.

### 1. Введение

Новейшие технологии и размеры смартфонов, ноутбуков и других интеллектуальных устройств увеличивают интерес обычных людей к беспроводной связи. Большинство людей подключаются к сети для обмена данными, взаимодействия, коммуникации, обновления знаний, получения образования и общественной деятельности. Следовательно, люди заинтересованы в быстрой и эффективной передаче данных с использованием низких затрат и полосы пропускания. Беспроводная связь высокой точности (*Wi-Fi*) – это наиболее универсальная, компетентная и эффективная технология, сочетающая в себе радиочастоты и микроволновые частоты для быстрой беспроводной передачи данных. Высокочувствительные приемники обеспечивают широкий охват на низких частотах и связь в пределах прямой видимости на высоких частотах. Однако *Wi-Fi* сталкивается со многими проблемами с точки зрения пропускной способности, эффективности, доступности и безопасности из-за резкого роста спроса на данный вид беспроводной связи. Многочисленные компании и отрасли промышленности побуждают исследовательские группы работать над технологией *Li-Fi*, которая имеет ряд преимуществ по сравнению с электромагнитной передачей. Эти теории были подтверждены в ходе экспериментов для поддержки высокоскоростной оптической



беспроводной технологии, которая должна преодолеть ограничения и недостатки электромагнитного спектра на основе радиочастотного излучения. Первоначальные исследования были проведены с целью обеспечения высокоскоростной связи [1].

## 2. История развития и принцип работы Li-Fi и Wi-Fi сетей

*Li-Fi (Light Fidelity)* – это система связи, которая использует свет для отправки беспроводных данных. Скорость передачи данных по *Li-Fi* в 100 раз выше, чем по *Wi-Fi*.

Устройство с поддержкой *Li-Fi* преобразует луч света в электрический сигнал. Затем сигнал преобразовывается обратно в данные. Этот термин был придуман немецким физиком Харальдом Хаасом во время *TED Talks* в 2011 году. По словам Хааса, *Li-Fi* использует видимый свет в отличие от радиочастот. Поскольку спектр видимого света в 10 000 раз шире, чем весь спектр радиосвязи, *Li-Fi* теперь может использовать более широкий диапазон доступных частот. Спектр видимого света охватывает длины волн от ближнего ультрафиолетового до ближнего инфракрасного диапазонов и частоты от 430 до 770 ТГц.

Основные компоненты базовой системы *Li-Fi* (рисунок 1) содержат:

- Белый светодиод высокой яркости, который служит источником передачи;
- Кремниевый фотодиод с хорошим откликом на видимый свет в качестве приемного элемента.

Входной сигнал в секции передатчика можно модулировать с определенным периодом времени, а затем отправлять данные с помощью светодиодных лампочек в виде 0 и 1. На приемном конце используется фотодиод, который принимает вспышки светодиодов, усиливая и формируя выходной сигнал. В свою очередь технология *Wi-Fi* является более проверенной временем [2].



Рис. 1 – Схема работы *Li-Fi* сети

*Wi-Fi (Wireless Fidelity)* – популярная беспроводная сетевая технология. *Wi-Fi* расшифровывается как “беспроводная точность”, была изобретена корпорацией *AT&T* в Нидерландах в 1991 году. С помощью этой технологии мы можем обмениваться информацией между двумя или более устройствами. *Wi-Fi* был разработан для мобильных вычислительных устройств, таких как ноутбуки, но в настоящее время он широко используется и в бытовой электронике, такой как умные телевизоры, холодильники, цифровые фотоаппараты и т.д. Подключение к *Wi-Fi* должно осуществляться двумя способами: через точку доступа к клиентскому соединению или через соединение клиент-клиент.

Обычно *Wi-Fi* называют беспроводной локальной сетью. Эта технология позволяет локальным сетям работать без использования кабелей. Она пользуется популярностью в домашних и деловых сетях.

Беспроводная сеть использует три основных элемента: радиосигналы, антенну и маршрутизатор (рисунок 2). Радиоволны – это основной элемент, который делает возможным подключение к сети *Wi-Fi*. Компьютеры и сотовые телефоны готовы к использованию *Wi-Fi*, при наличии специальных модулей.

Радиосигналы передаются с антенн маршрутизаторов, которые принимают приемники *Wi-Fi*. Всякий раз, когда компьютер получает сигналы от маршрутизатора в радиусе 50 метров, он немедленно подключает устройство.

Диапазон действия *Wi-Fi* зависит от окружающей среды, отчего дальность передачи может уменьшаться. Модули *Wi-Fi* считывают сигналы и создают интернет-соединение между пользователем и сетью. Скорость устройства, использующего *Wi-Fi*-соединение, увеличивается по мере приближения компьютера к основному источнику, а при удалении компьютера скорость снижается [3].

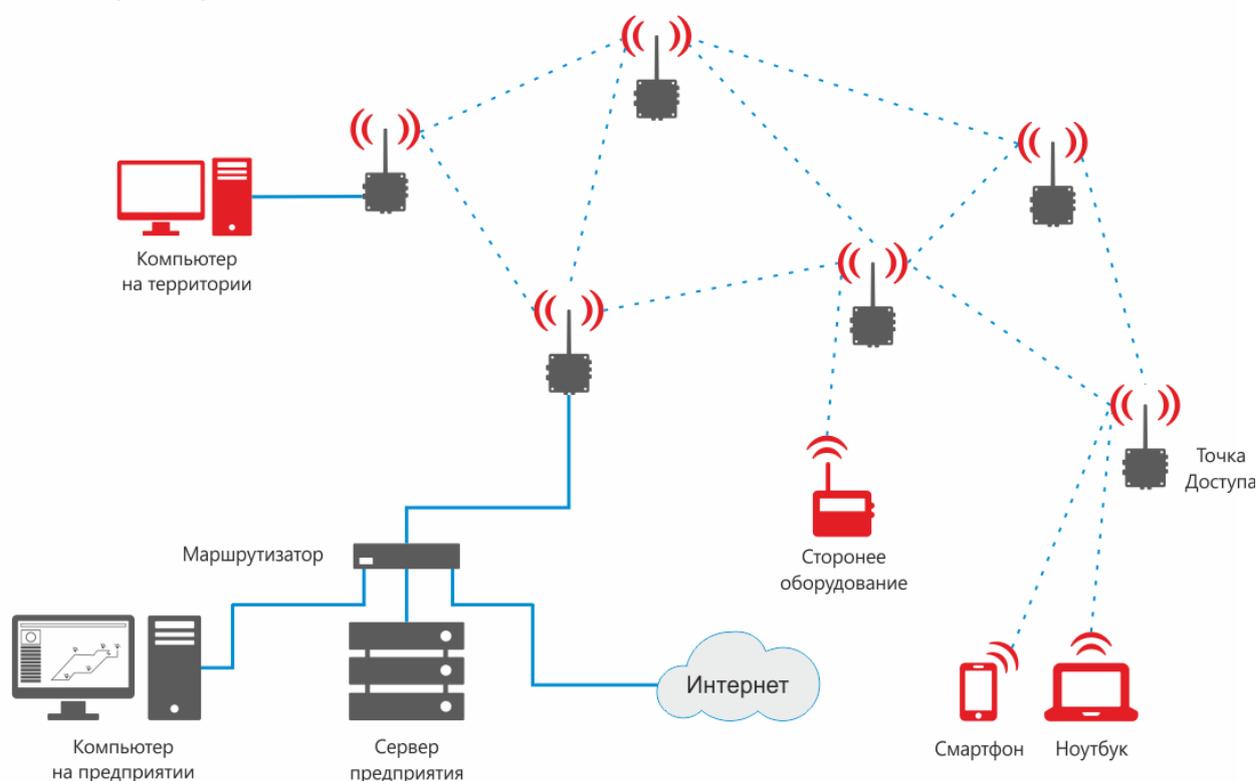


Рис. 2 – Схема *Wi-Fi* сети

У *Wi-Fi* есть ограничения, такие как: диапазон действия, высокое энергопотребление, риски для безопасности данных, помехи от других устройств, таких как микроволновые печи, телефоны и другие *Wi-Fi*-сети. Но не смотря на данные ограничения *Wi-Fi* все же остается перспективным в беспроводной передаче данных.

Сейчас в разработке находится *Wi-Fi 7 (IEEE 802.11be)*, который позволит использовать три диапазона (2,4ГГц, 5ГГц, 6ГГц), что повысит скорость передачи до 30Гбит/с на 16 антеннах. Звучит хорошо, но если говорить о диапазонах 5ГГц и 6ГГц, такая длина волны распространяется только в пределах прямой видимости, то есть использование модема на этих диапазонах, действительно позволит получить подобные скорости, но дальность передачи оставляет желать лучшего, также множество точек доступа *Wi-Fi* на небольшой территории, создает ситуацию когда точки доступа должны пытаться пробиться через трафик других точек, что актуально в многоквартирных домах, скорость передачи падает из-за множества точек доступа [4].



Если так классифицировать, то можно выделить ряд преимуществ и недостатков.

### 3. Сравнение двух типов систем передачи

Вопрос сравнения двух стандартов беспроводной связи очень актуален, на первый взгляд может показаться что у *Li-Fi* куда больше достоинств чем у *Wi-Fi*.

К преимуществам технологии *Wi-Fi* относятся следующие:

а) Беспроводные сетевые коммуникационные устройства без проводов позволяют снизить стоимость соединения;

б) Установка и конфигурация *Wi-Fi* проще, чем процесс прокладки кабелей;

в) Возможность множественного доступа к одной сети, с множества устройств.

Но также у *Wi-Fi* есть и недостатки:

а) Ограниченность расстояния передачи;

б) Риски для атак вида «Человек по середине» (*MITM*-атак), что актуально для обеспечения информационной безопасности.

в) Падения скорости передачи при наличии множества точек доступа на небольшой площади, что актуально для *IoT* (*Internet of Things*) и подобных интеллектуальных технологий.

В нашей эпохе все больше и больше в жизнь приходят различные *IoT* устройства, которые также требуют подключения к сети, и как правило все они подключаются через *Wi-Fi*. Можно говорить о том, что в современном доме, передача данных фактически не останавливается ни на секунду многие устройства в доме должны постоянно обмениваться информацией, что создает огромный трафик через *Wi-Fi*-соединение, который мешает другим устройствам также обмениваться данными [5].

*Li-Fi* – это быстрая оптическая версия *Wi-Fi*. Если рассматривать в свою очередь *Li-Fi*, то у него будут следующие недостатки и достоинства.

Преимущества *Li-Fi* заключаются в следующем:

а) Скорость работы *Li-Fi* очень высока;

б) Свет от *Li-Fi* не проходит через перегородку, поэтому он более защищен и взлом невозможен;

в) Передача данных более защищена, ввиду особенностей распространения световых волн.

Помимо ряда преимуществ, технология *Li-Fi* сталкивается с рядом проблем:

а) Основная проблема заключается в том, что необходимы специальные модули, которые могут обеспечивать полудуплексную связь;

б) Она требует наличия прямой видимости для передачи;

в) Еще одним недостатком этой технологии являются помехи от внешних источников света, таких как обычные лампочки накаливания; попадание солнечного света на линию связи приведет к сбоям в передаче [6].

Таблица 1 дает общее представление о ключевых различиях между *Wi-Fi* и *Li-Fi* технологиями. Обе технологии имеют свои преимущества и недостатки, и выбор между ними зависит от конкретных требований и условий использования.

Таблица 1

Сравнения беспроводных сетей

Характеристика	Wi-Fi	Li-Fi
Среда передачи	Радиоволны	Световые волны
Частота	2.4 ГГц или 5 ГГц	от 430 до 770 ТГц
Зона покрытия	Может проникать через стены, большая зона покрытия	Ограничена освещенной областью, не проникает через твердые предметы
Скорость передачи данных	До нескольких сотен Мбит/с	До нескольких Гбит/с
Подверженность помехам	Высокая (от других устройств на радиоволнах)	Низкая (требуется прямая видимость)



Безопасность	Стандартная	Высокая (данные не могут быть перехвачены за пределами освещенной области)
Применение	Общее использование	Идеально подходит для мест, где радиочастотные сигналы могут создавать помехи

#### 4. Заключение

Если *Li-Fi* и *WiFi* имеют схожие качества и цели, то их различия должны заставить нас задуматься о будущем беспроводных соединений. Реальная проблема, связанная с появлением *Li-Fi*, заключается не в замене одной технологии другой. Речь идет, прежде всего, о расширении поля возможностей в области телекоммуникаций, о перепроектировании соединений завтрашнего дня, расширяя границы современных технологий, не отказываясь при этом от их преимуществ.

По мере того, как мы все больше узнаем о световой коммуникации и о том, как работает *Li-Fi*, мы сможем адаптировать эту новую технологию для создания лучших решений на будущее.

#### Список литературы:

1. Li-Fi против Wi-Fi: свет как новый источник сверхскоростного интернета [Электронный ресурс]. Электрон. Текстовый дан. Режим доступа: <https://www.securitylab.ru/blog/personal/Technolady/354166.php>
2. LiFi: Будущее интернета [Электронный ресурс]. Электрон. Текстовый дан. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/435262/>
3. What is a WiFi Technology & How Does It Work? [Электронный ресурс]. Электрон. Текстовый дан. Режим доступа: <https://www.elprocus.com/how-does-wifi-technology-work/>
4. IEEE 802.11 [Электронный ресурс]. Электрон. Текстовый дан. Режим доступа: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.ab72d74f-66dbe521-c6f0b219-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.ab72d74f-66dbe521-c6f0b219-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11)
5. Преимущества и недостатки Wi-Fi [Электронный ресурс]. Электрон. Текстовый дан. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9408391/page:6/>
6. Технология Li-Fi – новый стандарт обеспечения беспроводной связи [Электронный ресурс]. Электрон. Текстовый дан. Режим доступа: <https://vc.ru/u/2102029-valentin-telegin/761880-tehnologiya-li-fi-novyi-standart-obespecheniya-besprovodnoi-svyazi>

