

УДК 004.722

## ТЕХНОЛОГИЯ WDS ДЛЯ WI-FI: ОБЗОР, НАСТРОЙКА И АКТУАЛЬНОСТЬ

**Пахомов Фёдор Евгеньевич,**

Студент

4 курс, факультет «Институт радиотехники и инфокоммуникационных технологий»

«Государственный университет аэрокосмического приборостроения»

Россия, г. Санкт-Петербург

e-mail: paxomov\_fedor@mail.ru

### Аннотация

В статье рассматривается технология WDS (Wireless Distribution System) для беспроводных сетей Wi-Fi. Исследуются принципы работы, режимы функционирования и технические особенности WDS. Представлена подробная методология настройки WDS-сетей с практическими рекомендациями по конфигурированию оборудования. Проведён анализ преимуществ и недостатков технологии, включая проблемы пропускной способности и совместимости. Особое внимание уделено актуальности WDS в современных условиях и сравнению с альтернативными решениями, такими как mesh-системы и Powerline-адаптеры. Результаты показывают, что WDS остаётся применимым для специфических сценариев, несмотря на появление более современных технологий расширения Wi-Fi покрытия.

**Ключевые слова:** WDS, Wi-Fi, беспроводные сети, точка доступа, роутер, mesh-системы, расширение покрытия, сетевые технологии.

## WDS TECHNOLOGY FOR WI-FI: OVERVIEW, SETUP AND RELEVANCE

**Pakhomov Fedor Evgenievich,**

Student

4th year, Faculty of Institute of Radio Engineering and Infocommunication Technologies

State University of Aerospace Instrumentation

Russia, Saint Petersburg

e-mail: paxomov\_fedor@mail.ru

### ABSTRACT

The article examines WDS (Wireless Distribution System) technology for wireless Wi-Fi networks. The operating principles, functional modes and technical features of WDS are investigated. A detailed methodology for configuring WDS networks with practical equipment setup recommendations is presented. An analysis of the technology's advantages and disadvantages is conducted, including bandwidth and compatibility issues. Special attention is

paid to WDS relevance in modern conditions and comparison with alternative solutions such as mesh systems and Powerline adapters. The results show that WDS remains applicable for specific scenarios despite the emergence of more modern Wi-Fi coverage extension technologies.

**Keywords:** WDS, Wi-Fi, wireless networks, access point, router, mesh systems, coverage extension, network technologies.

## Введение

Современные беспроводные сети стали критически важной инфраструктурой для жилых и коммерческих помещений. С ростом количества подключаемых устройств и требований к скорости передачи данных возникает необходимость расширения зоны покрытия Wi-Fi без значительных финансовых затрат и сложных монтажных работ.

WDS (Wireless Distribution System) представляет собой технологию беспроводного распределения, позволяющую соединить несколько точек доступа без использования проводных каналов связи между ними. Разработанная как часть стандарта IEEE 802.11, WDS предлагает возможность создания распределённой беспроводной инфраструктуры путём объединения нескольких устройств в единую сеть [1].

Несмотря на появление более современных решений, WDS продолжает использоваться в определённых сценариях благодаря своей простоте реализации и возможности использования существующего оборудования. Настоящая статья представляет комплексный анализ технологии WDS, её практического применения и места в современном ландшафте сетевых технологий.

## 1. Принципы работы и режимы WDS

Технология WDS позволяет точкам доступа взаимодействовать друг с другом по беспроводному каналу, формируя единую сетевую инфраструктуру. Базовая архитектура WDS включает главную точку доступа, подключённую к интернету через проводное соединение, и одну или несколько вспомогательных точек, ретранслирующих сигнал [2].

В режиме моста точки доступа соединяются исключительно для передачи данных между собой, не предоставляя беспроводной доступ клиентским устройствам. Этот режим используется для соединения двух удалённых сегментов локальной сети, где прокладка кабеля затруднена. Мост функционирует на канальном уровне модели OSI, обеспечивая прозрачную передачу Ethernet-кадров между сегментами.

Режим повторителя является наиболее распространённым вариантом использования WDS. В этом режиме точки доступа одновременно поддерживают беспроводное соединение между собой и обслуживают клиентские устройства. Каждая точка принимает данные от предыдущей в цепи и ретранслирует их дальше, расширяя зону покрытия сети.

Критическим ограничением данного режима является уменьшение пропускной способности примерно вдвое на каждом уровне повторения. Это происходит потому, что устройство должно использовать один радиоканал для приёма данных и тот же канал для их передачи, фактически обрабатывая каждый пакет дважды [3].

Гибридный режим сочетает функциональность моста и обычной точки доступа, позволяя устройству одновременно участвовать в WDS-инфраструктуре и предоставлять доступ беспроводным клиентам. Этот режим обеспечивает максимальную гибкость развёртывания, но требует более тщательного планирования радиоканалов и управления интерференцией.

## 2. Настройка WDS-сети

Процедура настройки WDS требует последовательного конфигурирования всех участвующих устройств с соблюдением строгих требований к параметрам беспроводной сети.

Перед началом конфигурирования необходимо выполнить проверку совместимости оборудования. Рекомендуется использовать устройства одного производителя, поскольку стандарт IEEE 802.11 не определяет единую спецификацию реализации WDS, что привело к несовместимости оборудования разных брендов [4]. Обновление прошивок всех устройств до последних версий критически важно для стабильной работы. Производители регулярно выпускают обновления, устраняющие ошибки в реализации WDS и улучшающие совместимость.

На главной точке необходимо установить фиксированный номер канала (рекомендуются каналы 1, 6 или 11 для диапазона 2,4 ГГц), задать SSID сети и настроить параметры безопасности. В разделе настроек WDS активируется соответствующая функция и вносятся MAC-адреса всех вспомогательных точек доступа, которые будут подключаться к сети.

Критически важно использование одного канала на всех точках WDS-сети, поскольку переключение между каналами приведёт к разрыву соединения. Ширина канала рекомендуется 20 МГц для обеспечения максимальной стабильности, особенно в условиях высокой плотности беспроводных сетей.

Вспомогательные точки настраиваются с идентичными параметрами беспроводной сети: тот же SSID, канал, метод шифрования и пароль. В настройках WDS указывается MAC-адрес главной точки доступа. Особое внимание требуется уделить настройке сетевых параметров. DHCP-сервер на вспомогательных точках должен быть отключён, а устройствам назначены статические IP-адреса из того же диапазона, что и главная точка, но не пересекающиеся с пулом DHCP. Например, если главный роутер использует адрес 192.168.1.1 и раздаёт адреса от 192.168.1.100, вспомогательным точкам можно назначить адреса 192.168.1.2, 192.168.1.3 и т.д.

После завершения настройки всех устройств необходимо провести проверку работоспособности сети. В веб-интерфейсе главной точки должна отображаться информация о подключенных вспомогательных точках и качестве сигнала между ними. Рекомендуется провести тестирование скорости передачи данных в различных точках покрытия для оценки эффективности развёртывания.

### 3. Преимущества и ограничения WDS

Основным преимуществом WDS является отсутствие необходимости в прокладке кабелей между точками доступа, что критически важно в помещениях, где монтажные работы затруднены или запрещены. Технология позволяет использовать существующее оборудование, поддерживающее WDS, без приобретения специализированных устройств.

Развёртывание WDS-сети относительно простое для пользователей с базовыми навыками администрирования сетевого оборудования. После начальной настройки система функционирует автономно, не требуя постоянного вмешательства. Экономическая эффективность WDS проявляется в отсутствии затрат на кабельную инфраструктуру и монтажные работы, что особенно актуально для временных развёртываний или арендованных помещений.

Снижение пропускной способности остаётся фундаментальным ограничением WDS. В режиме повторителя каждая дополнительная точка в цепи уменьшает эффективную скорость примерно вдвое, поскольку радиointерфейс используется для одновременного приёма и передачи данных на одной частоте [3]. При построении цепи из трёх и более точек скорость на конечных узлах может стать критически низкой для современных приложений.

Проблемы совместимости возникают из-за отсутствия единой спецификации WDS в стандарте IEEE 802.11. Производители реализуют технологию собственными методами, что приводит к несовместимости оборудования разных брендов, а иногда и разных моделей одного производителя. Это создаёт значительные трудности при выборе оборудования и планировании расширения сети.

Безопасность WDS-сетей вызывает опасения, поскольку ранние реализации поддерживали только устаревшее шифрование WEP или работали в открытом режиме. Современные устройства часто поддерживают WPA2-PSK, однако это зависит от конкретного производителя и требует проверки перед развёртыванием. Увеличение латентности является неизбежным следствием многоуровневой архитектуры WDS, что может негативно влиять на производительность чувствительных к задержкам приложений, таких как VoIP или онлайн-игры.

#### 4. Актуальность WDS в современных условиях

С развитием сетевых технологий актуальность WDS значительно снизилась, уступая место более совершенным решениям. Современные mesh-системы (Google Wi-Fi, Ubiquiti AmpliFi, TP-Link Deco) предлагают превосходную производительность, автоматическую оптимизацию и простоту настройки через мобильные приложения.

Mesh-технологии используют интеллектуальную маршрутизацию, автоматическое переключение клиентов между узлами и часто применяют отдельный радиоканал для связи между узлами, что исключает потерю пропускной способности. Самовосстановление при выходе узла из строя обеспечивает высокую надёжность сети [5]. Пользовательский опыт mesh-систем значительно превосходит WDS благодаря централизованному управлению через интуитивные мобильные приложения и автоматической оптимизации параметров сети.

Powerline-адаптеры с встроенными точками доступа Wi-Fi представляют альтернативное решение, использующее существующую электропроводку для передачи данных. Это компромиссный вариант между полностью беспроводным WDS и проводным подключением, обеспечивающий более стабильную скорость при сохранении простоты установки.

Тем не менее, WDS сохраняет применимость в специфических сценариях: временные сети на мероприятиях, бюджетные проекты для домашнего использования, помещения с ограничениями на монтажные работы. Для малонагруженных сетей с невысокими требованиями к скорости WDS остаётся работоспособным и экономически оправданным решением. В исторических зданиях, памятниках архитектуры или арендованных помещениях, где прокладка кабелей запрещена или экономически нецелесообразна, WDS может быть единственным доступным вариантом расширения покрытия.

Развитие стандартов Wi-Fi 6 (802.11ax) и Wi-Fi 6E открывает новые возможности для беспроводных технологий, предлагая улучшенную производительность в плотных средах и более эффективное использование спектра. Однако эти преимущества в большей степени реализуются в mesh-системах и специализированных корпоративных решениях, нежели в классическом WDS.

#### Заключение

Технология WDS представляет собой решение для расширения зоны покрытия беспроводных сетей, которое было актуально на ранних этапах развития Wi-Fi технологий. Несмотря на очевидные недостатки в виде снижения пропускной способности, проблем совместимости и ограничений безопасности, WDS продолжает находить применение в нишевых сценариях.

Современные альтернативы в виде mesh-систем, Powerline-адаптеров и усовершенствованных повторителей предлагают превосходную производительность и удобство использования. Однако для временных развёртываний, бюджетных проектов и специфических условий эксплуатации WDS остаётся жизнеспособным вариантом.

Выбор между WDS и современными альтернативами должен основываться на комплексном анализе требований к производительности, бюджетных ограничений, условий эксплуатации и долгосрочных планов развития сетевой инфраструктуры. При правильном планировании и конфигурировании WDS способна обеспечить удовлетворительное расширение зоны покрытия для сценариев с умеренными требованиями к пропускной способности.

#### **Список литературы:**

1. IEEE Standards Association. IEEE 802.11 Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications [Электронный ресурс]. – URL: [https://standards.ieee.org/standard/802\\_11-2020.html](https://standards.ieee.org/standard/802_11-2020.html) (дата обращения: 18.01.2026).
2. Hiertz G.R., Denteneer D., Max S., Taori R., Cardona J., Berlemann L., Walke B. IEEE 802.11s: the WLAN mesh standard // IEEE Wireless Communications. – 2010. – Vol. 17. – № 1. – P. 104–111.
3. Cisco Systems. Wireless Distribution System Configuration Guide [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/wds/configuration/guide/wds.html> (дата обращения: 05.02.2026).
4. TP-Link Technologies. WDS Bridging Configuration Guide [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tp-link.com/support/faq/340/> (дата обращения: 22.03.2026).
5. Camps-Mur D., Garcia-Saavedra A., Serrano P. Device-to-device communications with Wi-Fi Direct: overview and experimentation // IEEE Wireless Communications. – 2013. – Vol. 20. – № 3. – P. 96–104.

#### **References:**

1. IEEE Standards Association. IEEE 802.11 Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications [Electronic resource]. – URL: [https://standards.ieee.org/standard/802\\_11-2020.html](https://standards.ieee.org/standard/802_11-2020.html) (accessed: 18.01.2026).
2. Hiertz G.R., Denteneer D., Max S., Taori R., Cardona J., Berlemann L., Walke B. IEEE 802.11s: the WLAN mesh standard // IEEE Wireless Communications. – 2010. – Vol. 17. – № 1. – P. 104–111.
3. Cisco Systems. Wireless Distribution System Configuration Guide [Electronic resource]. – URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/wds/configuration/guide/wds.html> (accessed: 05.02.2026).
4. TP-Link Technologies. WDS Bridging Configuration Guide [Electronic resource]. – URL: <https://www.tp-link.com/support/faq/340/> (accessed: 22.03.2026).
5. Camps-Mur D., Garcia-Saavedra A., Serrano P. Device-to-device communications with Wi-Fi Direct: overview and experimentation // IEEE Wireless Communications. – 2013. – Vol. 20. – № 3. – P. 96–104.