

ДАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ БЕСПРОВОДНОГО КАНАЛА СВЯЗИ 802.11n/ac

Помаскин А.А., магистрант

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Информатизация образования – одно из главных направлений информатизации в современном мире. Образование является важным этапом нашей жизни. Оно не только открывает дорогу в жизнь, но и дает возможность себя зарекомендовать. Процесс обучения должен развиваться и совершенствоваться.

Информационные технологии занимают уникальное положение в современном обществе. В отличие от других научно-технических достижений средства вычислительной техники и информатики применяются практически во всех сферах интеллектуальной деятельности человека, способствуя прогрессу в технике и технологии. Их стремительное развитие позволяет применять их в образовательной сфере уже сегодня.

Сейчас почти в каждой аудитории присутствует проектор, который позволяет визуализировать подачу информации, тем самым повышая качество и эффективность обучения студентов. Компьютеры используются для различных задач, таких как выполнение практических и лабораторных работ, изучения программ, утилит, операционных систем и т.д. Интернет – неотъемлемая часть образования также, поэтому внедрение данной технологии является приоритетной.

Целью работы является построение беспроводной сети доступа к информационным ресурсам учебного заведения.

К задачам относится обеспечение качества сети связи, устранение проблем с распространением сигнала, улучшение предоставляемых услуг.

Информация – фундамент всего образования, учебные заведения используют ее как средство обучения. Беспроводная локальная сеть обеспечивает выполнение всех функций и сохранение всех преимуществ традиционных локальных сетей, таких, как Ethernet, без ограничений на длину провода или кабеля. Сеть WLAN дает пользователям возможность перемещаться по территории предприятия или организации, оставаясь подключенными к сети. Построение Wi-Fi сети является сейчас достаточно актуальной.

Общая характеристика объекта.

Для построения сети выбран один из корпусов Донецкого национального технического университета. Здание является восьмиэтажным сооружением. В нем находятся 106 учебных аудиторий: на первом этаже – 6, на втором – 14, на третьем – 14, на четвертом – 16, на пятом – 14, на шестом – 19, на седьмом – 12, на восьмом – 11. Ширина здания – 18 м., длина – 80 м., высота – 24 м. Общая площадь составляет 11,5 тыс. м².

Актуальность построения сети.

В данном учебном корпусе существуют беспроводные сети, которые являются закрытыми и не доступными для студентов. Беспроводное оборудование использует стандарт 802.11n и охватывает небольшие участки площади здания. В данной работе будет построена новая беспроводная сеть, которая не будет модернизирована от старой.

Она обеспечит покрытие всего здания беспроводной сетью, а также доступ к информации, необходимой в ходе учебного процесса, такой как книги, методические указания и другие учебные материалы, что значительно ускорит обучение. Сеть будет построена на новом стандарте 802.11ac.

Беспроводные сети имеют ряд преимуществ:

- мобильность пользователей;
- отсутствие необходимости монтажа кабельной системы;
- простота подключения пользовательских устройств.

Основное отличие такой сети от проводной в том, что вы сможете подключить к сети гораздо более широкий круг устройств – те же смартфоны и планшеты не могут подключаться с помощью витой пары (у них просто нет соответствующих разъемов). Да и работать с такой сетью гораздо удобнее, но достоинства уже описаны выше.

Информационные ресурсы.

В данной работе платформа для информационных ресурсов не будет построена, т.к. она уже существует и была создана в 2011 году. E-archive DonNTU – электронный архив, который накапливает, сохраняет, распространяет и обеспечивает длительный, постоянный и надежный доступ к результатам научных исследований и научно-методических разработок профессорско-преподавательского состава, научных работников, аспирантов и студентов ДонНТУ.

Инновационные технологии.

Стандарт 802.11ac содержит в себе несколько инновационных технологий, таких как MU-MIMO и BeamForming.

Алгоритмы MU-MIMO обеспечивают передачу нескольких потоков данных разным пользователям, а не последовательно от пользователя к пользователю, как в обычной технологии SU-MIMO. Поскольку исчезают очереди на доступ, а данные обрабатываются одновременно, MU-MIMO резко повышает эффективность использования частоты. В отличие от старых технологий, MU-MIMO не делит общую скорость канала на количество клиентских устройств, а позволяет обеспечить максимальную скорость канала для всех устройств.

Преимуществом нового стандарта является более широкий диапазон сетевого покрытия и более сильный и стабильный сигнал, который дает возможность покрыть помещение, используя только один маршрутизатор. Данные улучшения были достигнуты за счет используемой технологии формирования луча (так называемый «бимформинг») – которая способна распознавать местоположение установленного устройства и пускает Wi-Fi сигнал прямо на это устройство.

Расчет дальности работы беспроводного канала связи 802.11.

Существующая в здании сеть работает на стандарте 802.11n. Чтобы показать преимущество использования беспроводного оборудования стандарта 802.11ac, необходимо произвести расчеты дальности работы беспроводного канала связи 802.11.

На дальность распространения электромагнитного Wi-Fi сигнала влияют следующие факторы:

- мощность передатчика;
- наличие и тип препятствий;
- интерференция радиоволн.

Стандарт IEEE 802.11 не рекомендует использование мощности передатчика выше 20 дБм для беспроводного оборудования.

Сигнал очень плохо проходит через металлизированные поверхности и соответственно железобетонные перекрытия. Попадая на металлический объект, электромагнитная волна продолжает распространяться вдоль его поверхности, рассеиваясь. Поэтому, точку доступа нужно располагать подальше от железных преград. Если необходимо обеспечить прохождение сигнала через толстую стену, то нужно постараться обеспечить условие, чтобы путь от источника до приемника через это препятствие был минимален.

В диапазоне 2.4 ГГц существует 13 частотных каналов. Три из них условно неперекрывающиеся – это 1, 6 и 11 каналы. Как показывает практика – большая часть точек доступа работает на первом и шестом каналах.

Расчет дальности беспроводного канала Wi-Fi выводится из формулы 1 расчета потерь в свободном пространстве [1].

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D), \quad (1)$$

где FSL (Free Space Loss) — потери в свободном пространстве (дБ);

F – центральная частота канала, на котором работает система связи (МГц);

D – расстояние между двумя Wi-Fi точками (км).

Следовательно, искомое расстояние D можно определить по формуле 2.

$$D = 10^{\frac{FSL-33}{20} - \lg F} \quad (2)$$

Потери в свободном пространстве также можно определить по формуле 3, исходя из суммарного усиления системы передачи $Y_{\text{дБ}}$.

$$FSL = Y_{\text{дБ}} - SOM, \quad (3)$$

где SOM (System Operating Margin) – запас в энергетике радиосвязи (дБ), который учитывает возможные факторы, отрицательно влияющие на дальность связи, такие как:

– температурный дрейф чувствительности приемника и выходной мощности передатчика;

– всевозможные атмосферные явления: туман, снег, дождь;

– рассогласование антенны, приемника, передатчика с антенно-фидерным трактом.

Параметр SOM обычно берется равным 10 дБ. Считается, что такой запас по усилению достаточен для инженерного расчета [2].

Суммарное усиление системы передачи рассчитывается по формуле 4.

$$Y_{\text{дБ}} = P_{t,\text{дБм}} + G_{t,\text{дБи}} + G_{r,\text{дБи}} - P_{\text{min},\text{дБм}} - L_{t,\text{дБ}} - L_{r,\text{дБ}}, \quad (4)$$

где $P_{t,\text{дБм}}$ – мощность передатчика (паспортные данные устройства);

$G_{t,\text{дБи}}$ – коэффициент усиления передающей антенны (паспортные данные устройства);

$G_{r,\text{дБи}}$ – коэффициент усиления приемной антенны (паспортные данные устройства);

$P_{\text{min},\text{дБм}}$ – чувствительность приемника на данной скорости;

$L_{t,\text{дБ}}$ – потери сигнала в коаксиальном кабеле и разъемах передающего тракта;

$L_{r,\text{дБ}}$ – потери сигнала в коаксиальном кабеле и разъемах приемного тракта.

Потери сигнала в коаксиальном кабеле и трактах приема и передачи $L_{t,\text{дБ}}$ и $L_{r,\text{дБ}}$ необходимо учитывать только при использовании внешних вынесенных антенн. При использовании точек доступа с внутренними или подключаемыми напрямую антеннами, этими параметрами можно пренебречь.

Расчет дальности работы канала связи 802.11n.

Определим дальность работы канала связи для стандарта 802.11n при скорости 54 Мбит/с.

Исходные данные:

– Мощность передатчика $P_{t,\text{дБм}} = 18$ дБм.

– Коэффициент усиления штатной антенны передатчика $G_{t,\text{дБи}} = 3$ дБи.

– Коэффициент усиления штатной антенны приемника $G_{r,\text{дБи}} = 3$ дБи.

– Чувствительность приемника на данной скорости $P_{\text{min},\text{дБм}} = -66$ дБм.

Определим суммарное усиление системы передачи по формуле 4:

$$Y_{\text{дБ}} = 18 + 3 + 3 - (-66) = 90 \text{ дБ.}$$

По формуле 3 определим потери в свободном пространстве:

$$FSL = 90 - 10 = 80 \text{ дБ.}$$

Центральная полоса частот 11 канала для частоты 2.4 ГГц:

$$F = 2462 \text{ МГц.}$$

Рассчитаем искомое расстояние, согласно формулы 2:

$$D = 0.09 \text{ км} = 90 \text{ м.}$$

Расчет дальности работы канала связи 802.11ac.

Определим дальность работы канала связи для стандарта 802.11ac при скорости 54 Мбит/с.

Исходные данные:

- Мощность передатчика $P_{t, \text{дБм}} = 20 \text{ дБм.}$
- Коэффициент усиления штатной антенны передатчика $G_{t, \text{дБи}} = 4 \text{ дБи.}$
- Коэффициент усиления штатной антенны приемника $G_{r, \text{дБи}} = 4 \text{ дБи.}$
- Чувствительность приемника на данной скорости $P_{\text{min}, \text{дБм}} = -75 \text{ дБм.}$

Определим суммарное усиление системы передачи по формуле 4:

$$Y_{\text{дБ}} = 20 + 4 + 4 - (-75) = 103 \text{ дБ.}$$

По формуле 3 определим потери в свободном пространстве:

$$FSL = 103 - 10 = 93 \text{ дБ.}$$

Центральная полоса частот 11 канала для частоты 2.4 ГГц:

$$F = 2462 \text{ МГц.}$$

Рассчитаем искомое расстояние, согласно формуле 2:

$$D = 0.40 \text{ км} = 400 \text{ м.}$$

Характеристика оборудования стандартов 802.11n и 802.11ac.

Wi-Fi роутер – это маршрутизатор с функцией Wi-Fi. На вход устройства поступает сигнал по кабелю Ethernet от провайдера, а затем передатчик роутера через встроенную или внешнюю антенну излучает сигнал в окружающее пространство. Таким образом, в пределах радиуса действия роутера, который зависит от его мощности, сигнал может быть принят мобильными устройствами или компьютерами через специальный приемник – модем.

Обладая четырьмя антеннами и работая в режиме 4x4 Multi User-MIMO (MU-MIMO) оборудование стандарта 802.11ac обеспечивает качественное покрытие беспроводной сети с радиусом действия сигнала до 30 метров и скоростью передачи до 2334 Мбит/с – это на треть больше, чем обычные трехканальные (3x3) маршрутизаторы [3].

Таким образом, он отлично подходит для построения беспроводной сети в больших помещениях и многоэтажных домах. Мощный двухъядерный процессор позволит забыть о зависаниях и необходимости принудительной перезагрузки даже в том случае, если количество одновременно подключенных устройств переваливает за десяток.

Гигабитные LAN-порты и аппаратный NAT позволят не только соединить компьютеры в домашней или офисной сети на максимальной скорости, но и построить устойчивую сеть с двумя одновременными подключениями к сети интернет.

Проанализировав, можно сказать, что стандарт 802.11ac имеет ряд преимуществ по сравнению с 802.11n.

Во-первых, стандарт 802.11ac работает полностью на частоте 5 гигагерц (ГГц). Полный переход на эту частоту сказался положительно на работе нового стандарта.

Диапазон частот в 5 ГГц менее насыщен сигналами от других устройств и поэтому при работе на этой частоте сеть будет испытывать меньше радиопомех.

Во-вторых, скорость значительно больше. Стандарт 802.11n в реальных условиях офиса или дома находится в пределах 50-150 мегабит. Скорость стандарта 802.11ac в пределах 250-300 мегабит. Таким образом, мы видим, что скорость стандарта 802.11ac превосходит 802.11n примерно в 2,5-3 раза.

В-третьих, 802.11ac использует передовые и инновационные технологии Beamforming и MU-MIMO. Стоит отметить, что все эти улучшения привели к увеличению радиуса действия до 40 метров, которое помогло уменьшить количество оборудования при строительстве беспроводной сети [4].

Оборудование стандарта 802.11ac работает на частотах 2.4 ГГц и 5 ГГц. Разные частоты имеют свои преимущества и недостатки. На частоте 2.4 ГГц можно добиться увеличения радиуса действия сигнала, но при этом мощность станет меньше и количество устройств, подключаемых к роутеру сократится. И наоборот, на частоте 5 ГГц можно увеличить мощность, но при этом расстояние действия сигнала станет значительно меньше.

Частота 2.4 ГГц является на сегодняшний день самой распространенной для передачи информации по Wi-Fi. Эта частота имеет довольно мало каналов – 3, в то время как частота 5 ГГц использует 19. Такое небольшое число каналов может вызывать потерю скорости и даже качества передачи данных, что будет заметно при обмене пакетами в реальном времени. Одним из негативных факторов является наличие «побочных шумов» в беспроводном канале, которые ухудшают прохождение сигнала.

Устройства с поддержкой 5 ГГц могут работать непосредственно без задержек, т.к. имеют больше непересекающихся «полос», и даже выдавать большую скорость нежели на частоте 2.4 ГГц [5].

Проанализировав информацию о частотах, следует сделать вывод, что оборудование на частоте 5 ГГц следует разместить в учебных аудиториях, где находится больше всего пользователей.

Вывод.

В данной работе проведен анализ актуальности построения беспроводной сети, выбрано здание для проектирования, поставлены цели и задачи, рассмотрены беспроводные технологии, а также выбран стандарт для дальнейшей работы 802.11ac Wave 2 с MU-MIMO и Beamforming. Произведены расчеты дальности беспроводного канала связи 802.11n и 802.11ac. Результат 802.11ac превышает стандарт 802.11n в четыре раза.

Перечень ссылок

1. Владимиров, С. С. Беспроводные сети передачи данных: практикум / С. С. Владимиров // СПбГУТ. – Санкт-Петербург, 2016. — 58 с.
2. Математический расчет дальности Wi-Fi сигнала [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://wifi-solutions.ru/matematicheskij_raschet_dalnosti_wi-fi_signala
3. RT-AC87U | Сетевое оборудование | ASUS Украина [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.asus.com/ua/Networking/RTAC87U/>
4. Стандарт Wi-Fi связи 802.11ac [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://itcom.in.ua/stati/setevye-tekhnologii/646-standart-wi-fi-svyazi-802-11ac.html>
5. В чем разница между 2.4ГГц и 5ГГц WI-FI? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://smartgeek.tech/articles/0004-v-chem-raznica-mezhdu-2-4ggc-i-5ggc-wifi/>