

Глава 1. Определение технологических параметров БШС, необходимых для решения задач размещения базовых станций

- про БШС на промысле;
- Про проектирование БШС
 - каждый этап
 - —
 - —
- Моделирование. Пару слов сказать про простейший поток и аналитический расчет времени межконцевой задержки.
- Расчет радиуса связи

Современные беспроводные широкополосные сети связи (БШС), обладая рядом преимуществ, нашли свое широкое применение в задачах мониторинга и управления различных производственных или гражданских объектов, технологических установок, движущихся транспортных средств и т.п. К ряду таких преимуществ можно отнести возможность получения информации с любой точки контролируемой территории, быстрый ввод в эксплуатацию, сокращение капитальных затрат на создание и эксплуатацию сети, высокая гибкость, мобильность и масштабируемость.

Нефтегазовые объекты часто расположены в труднодоступной местности на обширной территории в несколько километров. Данный фактор является ключевым преимуществом беспроводных технологий для развертывания по сравнению с кабельными коммуникациями.

Беспроводная связь в автоматизации промышленного производства способствует осуществлению производственных процессов более экономически эффективно, гибко и надежно, а также позволяет реализовывать новые концепции автоматизации [1].

Не маловажную роль на месторождениях играет безопасность. Технологические объекты на нефтяных или газовых месторождениях, оснащенных широкополосным подключением, позволяют соответствовать современным концепциям и требованиям в сфере безопасности персонала и безопасности имущества, включая охрану с использованием беспроводных камер видеонаблюдения. Для предоставления доступа к объекту могут использоваться

дополнительные возможности, такие как считывание номерных знаков и распознавание лиц. А благодаря использованию тепловых камер можно контролировать риски отключения и перегрузки даже с помощью периодических снимков оборудования на промысле.

Внедрение БШС особенно хорошо подходит для систем видеонаблюдения, поскольку позволяют расположить камеры там, где они нужны, а не там, где удобно для подключения к проводной сети, при этом не нужно постоянно платить за трафик.

Для обеспечения высокого качества беспроводной связи необходимо проводить грамотное проектирование БШС. Существуют различные подходы к проектированию беспроводных сетей. Для одних задач является максимальная зона покрытия, для других – достижения максимальной производительности передачи данных, для третьих – нахождения баланса между зоной охвата и производительностью [2]. В диссертации будут предложены модели и методы оптимального размещения БС БШС, целью которых является максимальная зона охвата. Процесс проектирования современной БШС, как правило, для такого подхода имеет следующие основные этапы (Рис. 1.1):

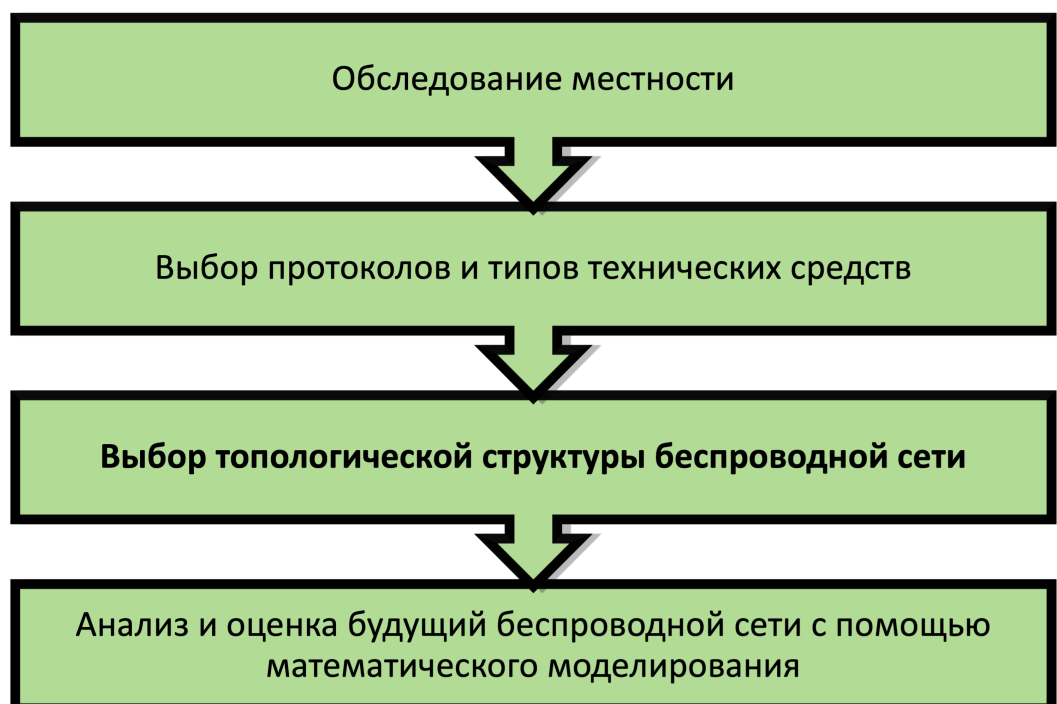


Рисунок 1.1 — Этапы проектирования БШС.

Любое проектирование БШС всегда начинается с первоначального обследования местности. В данный этап входят задачи радиобследования и радиопланирования. оценки реальных размеров области контроля, наличие

стационарных инженерно-технических сооружений, мешающих передачи сигнала, такими как металлические конструкции, перекрытия, стены и т.д. При развертывании БШС в открытой местности также немаловажную роль играет наличие перепада высот. В ходе выполнения комплекса работ на местности, определяются возможные точки размещения оборудования [3]. На основе результатов данного этапа проводится выбор типов моделей оборудования для дальнейшего их размещения и организации сети.

Производительность и дальность действия беспроводных сетей не безграничны. При их проектировании стоит учитывать множество параметров: частота, скорость, мощность излучения [2]. На этапе выбора оборудования необходимо определиться с протоколом будущей БШС и подготовить необходимый комплекс технических средств для развертывания будущей сети. БС является основополагающим устройством будущей сети, которая отвечает за покрытие заданной области. Покрытие в свою очередь зависит от мощности передатчика устройства, усиления антенн, чувствительности приемного устройства.

После определения множества возможных точек размещения БС на этапе обследования местности и выборе возможных типов и моделей оборудования можно переходить непосредственно к размещению БС и определению топологической структуры сети. Этап выбора топологической структуры будущей сети является ключевой проблемой данной диссертации. В рамках данной проблемы будут предложены модели и методы оптимального размещения БС для организации БШС.

Проектирование БШС требует учета всего комплекса критериев качества и ограничений для проектируемой беспроводной сети [4]. После решения задачи синтеза топологии, для полученного размещения решаются задачи оценки качества. Такими задачами являются расчет надежности всех элементов сети [5–7], оценка характеристик качества канала, вероятности потери пакетов, пропускной способности, времени доставки сообщений в сети [8–14]. Оценка межконтинентальной задержки сети [12; 13]

ТМО и МО [15; 16]

1.1 Расчет дальности действия связи

Перед тем как приступить к задаче ЦЛП необходимо рассчитать характеристики станции: радиус связи R_{jq} и радиус покрытия r_j .

При развертывания сети необходимо обеспечить максимальное покрытие данного участка связь между шлюзами через систему размещенных базовых станций беспроводной широкополосной сети.

Для оценки производительности канала связи воспользуемся уравнением энергетического потенциала. Полное уравнение можно записать следующим образом:

$$P_{tr} - L_{tr} + G_{tr} - L_{fs} + G_{recv} - L_{recv} = SOM + P_{recv}, \quad (1.1)$$

где:

- P_{tr} – мощность передатчика, дБм;
- L_{tr} – потери сигнала на антенном кабеле и разъемах передающего тракта, дБ;
- G_{tr} – усиление антенны передатчика, дБ;
- L_{fs} – потери в свободном пространстве, дБ;
- G_{recv} – усиление антенны приемника, дБ;
- L_{recv} – потери сигнала на антенном кабеле и разъемах приемного тракта, дБ;
- P_{recv} – чувствительность приемника, дБм;
- SOM – запас на замирание сигнала, дБ.

Усиление антенны описывает фокусирование переданного или полученного сигнала. Значения даны относительно полуволнового диполя или теоретического изотропного излучателя [1].

Запас на замирание сигнала, SOM , учитывает все возможные факторы отрицательно влияющие на дальность связи. К таким факторам относятся:

- температурный дрейф чувствительности приемника и выходной мощности передатчика;
- влияние погодных условий на передачу сигнала: туман, снег, дождь;
- потери в антенно-фидерном тракте, возникающие из-за рассогласования фидера и антенны.

Минимальная значения величины запаса на замирание SOM должна быть не меньше 10 дБ. Считается, что 10-ти децибельный запас по усилению достаточен для инженерного расчета, но на практике зачастую используют значение 20...30 дБ [2].

Энергетический потенциал указывает на качество канала передачи радиосигналов.

Мощность принимаемой антенны рассчитывается из уравнения передачи Фрииса:

$$\frac{P_{recv}}{P_{tr}} = G_{tr} G_{recv} \left(\frac{c}{4\pi R f} \right)^2,$$

где c – скорость света, f – частота, R расстояние между приемной и передающей антенной.

Уравнение потерь в свободном пространстве (Free Space Path Loss, $FSPL$) определяет потерю сигнала при распространении между двумя антеннами в свободном пространстве (в воздухе):

$$FSPL = \left(\frac{4\pi R f}{c} \right)^2. \quad (1.2)$$

Формула (1.2), выраженная в децибеллах будет выражаться как

$$L_{fs} = 20 \lg F + 20 \lg R + K, \quad (1.3)$$

где F – центральная частота, на котором работает канал связи, R – расстояние между приемной и передающей антенной и K – константа.

Константа K зависит от размерностей частоты и расстояния:

- для частоты, выраженной в ГГц, и расстояния, выраженная в км, константа K равна 92.45;
- для частоты, выраженной в МГц, и расстояния, выраженная в км, константа K равна 32.4;
- для частоты, выраженной в МГц, и расстояния, выраженная в м, константа K равна -27.55.

Потеря L_{fs} выразим из формулы (1.1) как:

$$L_{fs} = P_{tr} - L_{tr} + G_{tr} + G_{recv} - L_{recv} - SOM - P_{recv}. \quad (1.4)$$

Радиус связи получаем из уравнений (1.3) и (1.4):

$$R = 10^{\left(\frac{L_{fs} - 20 \lg F - K}{20}\right)}. \quad (1.5)$$

Используя формулу (1.5) и (1.4), мы можем рассчитать теоретическое максимальную дальность связи R_{jq} между базовыми станциями и радиусом покрытия r_j с предположением об отсутствии препятствий, отражений, влияния контуров местности и т. д. Это допущение приемлемо для нашего случая с открытой местностью.

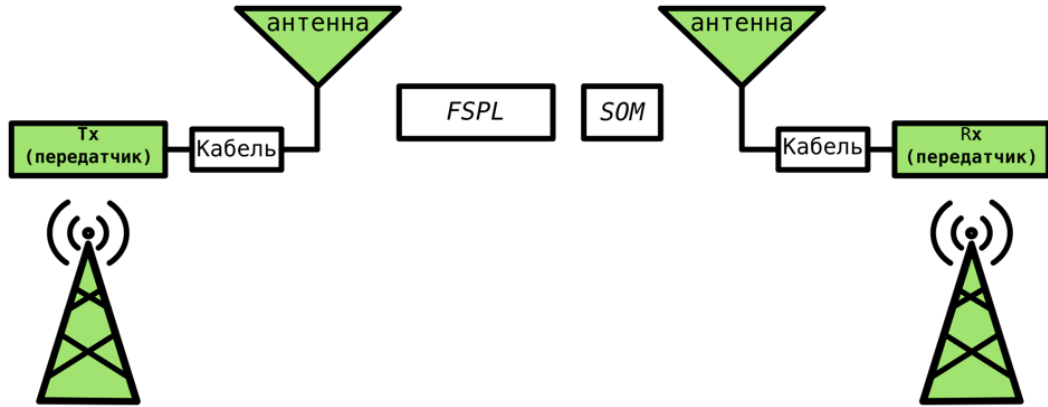


Рисунок 1.2 — Соединение между станциями.

Для расчета дальности связи R_{jq} (Рис. 1.2), базовые станции s_j и s_q будут рассматриваться как станции *передатчик* и *приемник*, соответственно. Будем считать, что станции оборудованы направленными антеннами с усилениями G_{tr}^R и G_{recv}^R .

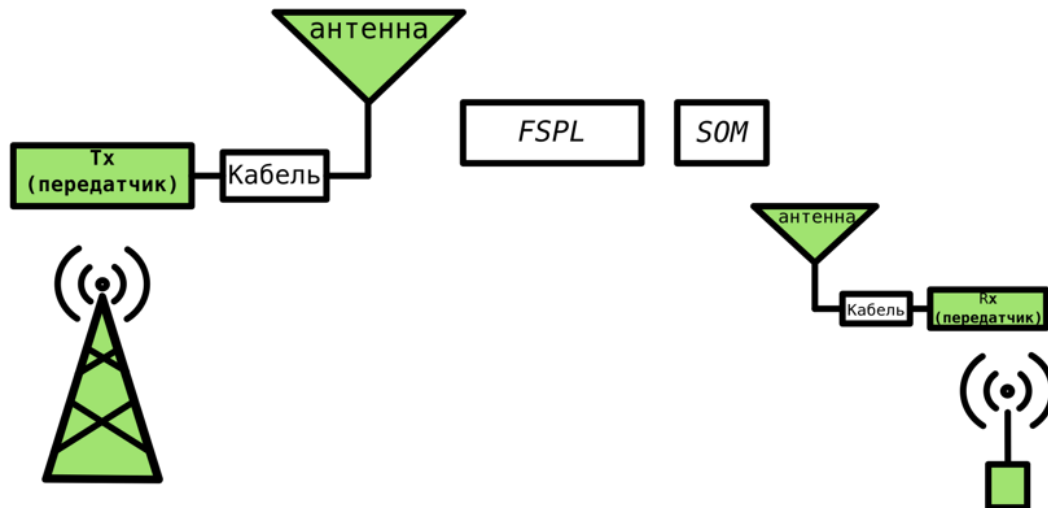


Рисунок 1.3 — Покрытие станции

Каждая базовая станция оснащена всенаправленной антенной с заданным усилением антенны G_{tr}^r . Данная антенн необходимо для покрытия заданной области.

При вычислении радиуса покрытия r_j (Рис. 1.3) базовая станция будем считать *передатчиком* а пользовательское устройство *приемником*.

1.2 Расчет межконцевой задержки

Одной из основных характеристик проектируемой сети является ее межконцевая задержка. Рассмотрим беспроводную сеть как сеть массового обслуживания (СеМО) с кросс-трафиком и с узлами $M/M/1$. По теореме Бурке [17] на выходе узла $M/M/1$, а значит на входе каждой последующей фазы тоже пуассоновский поток. Интенсивность на выходе каждой фазы равна суммарной интенсивности всех входящих потоков с интенсивностями λ .

По формуле Литтла [18] можно рассчитать время задержки на фазе. Интенсивность времени обслуживания рассчитывается по формуле:

$$\mu_j = p_j/w,$$

где: p_j - пропускная способность j -ой станции, Мбит/с; w - средний размер пакета, Мбит.

Для каждой станции коэффициент загрузки равен:

$$\rho_j = \frac{\sum \lambda}{\mu_j} = \frac{q \cdot \lambda}{\mu_j} < 1,$$

где q – число входящих потоков. Условие $\rho_j < 1$ является необходимым и достаточным условием существования стационарного режима функционирования **СеМО**.

Тогда среднее время задержки по времени на каждой станции:

$$\overline{T_j} = \frac{\rho_j}{1 - \rho_j} \cdot \frac{1}{q \cdot \lambda}.$$

Тогда межконцевая задержки в сети равна

$$T^{e2e} = \sum \overline{T_j}. \quad (1.6)$$

1.3 Выводы по главе 1