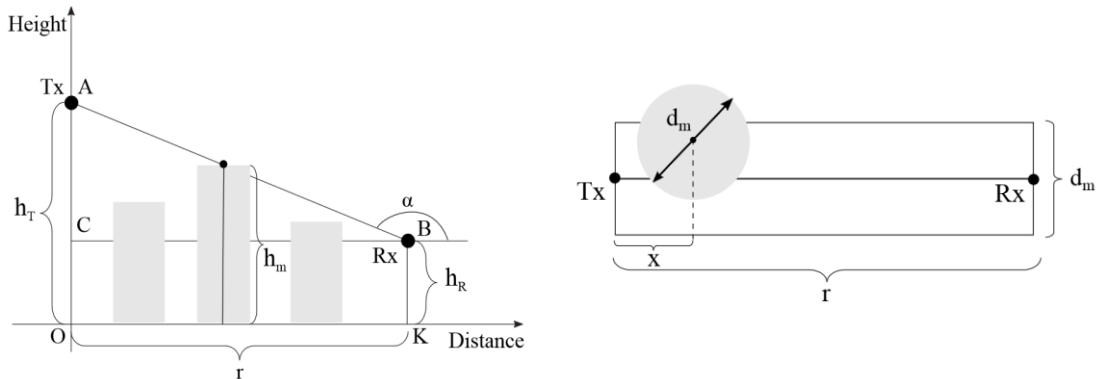


## Практическое задание №3. Блокировка и распространение

### Блокирующие объекты фиксированного размера

- Рассмотрим сценарий блокировки канала связи между пользовательским устройством, и точкой доступа mmWave, схематично изображенный на рисунке. Пользовательское устройство расположено в точке К, а точка доступа – в точке О. С целью упрощения блокировка канала связи происходит, когда центральная плоскость цилиндра блокирующего объекта пересекает линию между передатчиком (точка А) и приемником (точка В).



- Предположив, что блокирующие объекты имеют фиксированную высоту, запишите формулу зависимости площади зоны, в рамках которой должен находиться центр блокирующего объекта чтобы он заблокировал линию прямой видимости между передатчиком и приемником.

$$S_B(r, h_T, h_R, h_m, d_m) = \dots,$$

где  $r$  – расстояние между передатчиком и приемником,  $h_T$  – высота передатчика,  $h_R$  – высота приемника,  $h_m$  – высота блокирующего объекта,  $d_m$  – диаметр блокирующего объекта.

- Предположим, что центры блокирующих объектов расположены на плоскости согласно точечному процессу Пуассона (Poisson Point Process), т.е. случайно и равномерно с фиксированной плотностью  $\lambda_m$  шт/м. Постройте графики вероятности блокировки линии прямой видимости между передатчиком и приемником в зависимости от расстояния между передатчиком и приемником, положив  $h_T = 10$  м,  $h_R = 1.5$  м,  $h_m = 1.7$  м,  $d_m = 0.3$  м. Вероятность блокировки линии прямой видимости определяется как обратная вероятность отсутствия блокирующих объектов на фиксированной площади (void probability).

$$p_B(x) = 1 - \exp(-\lambda_m S_B(x, h_T, h_R, h_m, d_m))$$

- Как меняется вероятность блокировки линии прямой видимости при изменении параметров высот передатчика и приемника? На какой высоте вероятность блокировки минимальная?

### Блокирующие объекты случайной высоты

- В условиях предыдущей задачи и предположив, что высота блокирующего объекта распределена согласно нормальному распределению с математическим ожиданием  $\mu = 1.7$  м и дисперсией  $\sigma^2 = 1$  м, построьте графики вероятности блокировки линии прямой видимости между передатчиком и приемником в зависимости от расстояния

между ними. Для случайной высоты блокирующего объекта вероятность блокировки линии прямой видимости определяется как обратная вероятность отсутствия блокирующих объектов на всей рассматриваемой площади с учетом просеивания случайного потока.

$$p_B(x) = 1 - \exp\left(-\lambda_m d_m \int_0^r F_H\left(h_T - \frac{(h_T - h_R)x}{r}\right) - 1 dx\right)$$

5. Сравните полученные результаты с результатами, полученными для блокирующих объектов фиксированной высоты. Сделайте вывод о точности аппроксимации случайной высоты блокирующего объекта фиксированным значением.

### Оптимизация высоты передатчика

6. В условиях предыдущей задачи предположим, что блокировка прямой видимости приводит к потере в уровне мощности принимаемого сигнала в  $b = 20$  дБ. При этом используется модель потерь при распространении радиосигнала FSPL на частоте 28 ГГц с мощностью передатчика 23 дБм и усилениями антенн на передаче и приеме в 10 дБ. Определите оптимальную высоту передатчика, которая максимизирует средний уровень принятого сигнала для нескольких расстояний между передатчиком и приемником  $r_1 = 50$  м,  $r_2 = 100$  м и  $r_3 = 200$  м путем построения графиков зависимости среднего уровня принимаемого сигнала от высоты передатчика. Реалистичны ли полученные результаты?
- В данной задаче необходимо рассчитать средний уровень принимаемого сигнала в зависимости от вероятности блокировки линии прямой видимости между передатчиком и приемником в зависимости от высоты передатчика. Для этого необходимо определить его как взвесь уровня сигнала при условии наличия блокировки и в ее отсутствии, т.е. с учетом дополнительной потери в 20 дБ и без. Коэффициент взвешивания будет равен вероятности наличия блокировки линии прямой видимости. Полученный график должен иметь локальный экстремум.