

Ресурсоэффективное проектирование городских КОГНИТИВНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ сетей

в интересах повышения качества обслуживания
пользователей

Содержание

Введение (когнитивные сети связи)

1. Исходные положения

1.1 Предмет и цель исследования

1.2 Сети беспроводного доступа

1.3 Трафик в сети беспроводного доступа

1.4 Пропускная способность БС

2. Распределение трафика и пропускная способность БС

2.1 Вероятностный характер величины пропускной способности

2.2 Описание пропускной способности как случайной величины

2.3 Равномерное распределение трафика по территории

2.4 Нормальное распределение трафика по территории

2.5 Сравнение равномерного и нормального распределений

2.6 Выводы по п.2.

3. Выбор координат установки БС

3.1 Координаты центра рассеяния трафика

3.2 Метод поиска координат БС на основе алгоритма кластеризации (FOREL)

3.3 Результаты, реализация

3.4 Выводы

Введение

В.1 Когнитивные сети связи (CN – Cognitive Network)

Cognitive - познавательный

Когнитивная сеть это сеть в которой реализованы

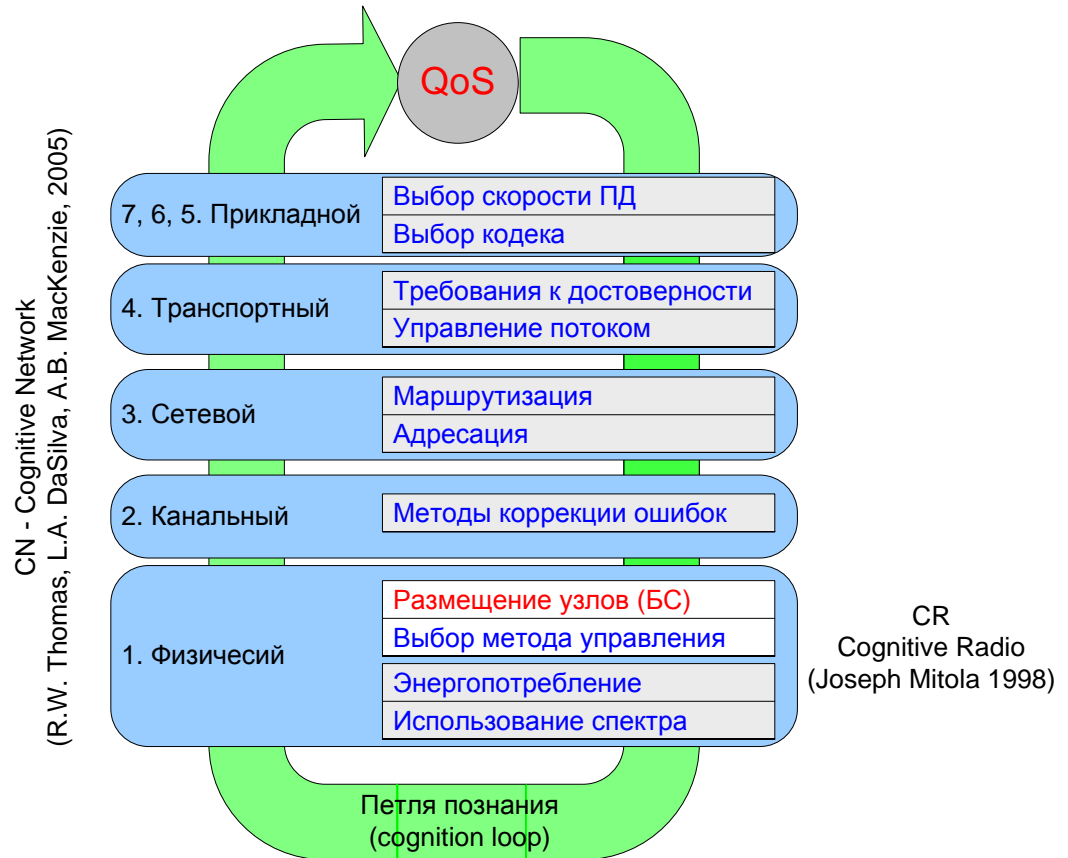
-функции восприятия текущего состояния (петля познания);

-функции планирования (прогнозирования);

-функции обучения;

-функции выработки и реализации стратегий управления; и др. функции

Целью совместного использования которых является решение поставленной задачи.



В.2 Исследования и стандартизация

IEEE Институт инженеров по электротехнике и электронике

TCCN Технический комитет по когнитивным сетям (The Technical Committee on Cognitive Networks)

Целью TCCN является предоставление платформы для своих членов, в части, исследований развития когнитивных сетей, разработки политики и стандартизации сообщества в целом, для взаимодействия и обмена техническими идеями, определения основных проблем и решений в части развития когнитивных сетевых технологий.

Технические вопросы, рассматриваемые комитетом включают в себя вопросы:

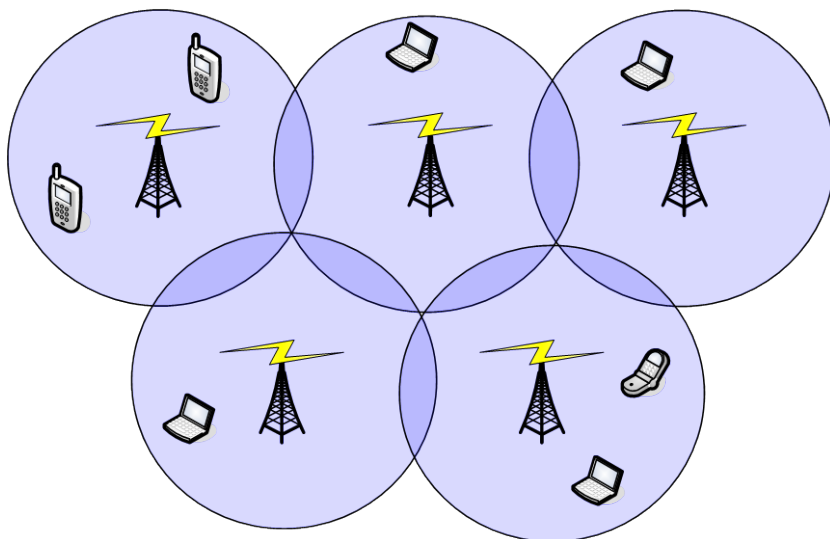
- управления спектром в сетях доступа;
- управления на уровнях от физического до прикладного;
- безопасности;
- внедрение технологий (например, программное радио);
- экономические;
- деятельности по стандартизации.

1 Исходные положения

1.1 Предмет и цель исследования

- Предметом исследования является исследование зависимости пропускной способности БС от распределения абонентского трафика по территории.
- Цель исследования – разработка (выбор) метода определения координат БС, обеспечивающего повышение пропускной способности, с учетом распределения абонентского трафика.

1.2 Сети беспроводного доступа



В когнитивных сетях связи параметры могут определяться как при проектировании, так и динамически, функциями управления сетью.

- параметры антенн,
- мощности передатчиков;
- распределения частот,
- координаты БС.

Цель – обеспечение максимальной пропускной способности.

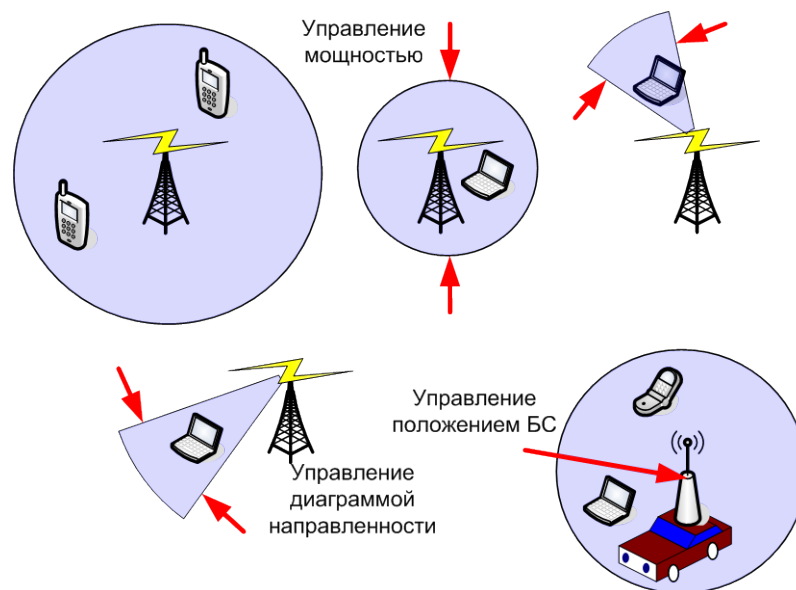
Задачи построения сети БД:

1. Обеспечение покрытия обслуживаемой территории
2. Обеспечение заданного QoS в зоне покрытия

Традиционный подход - оптимизация параметров сети:

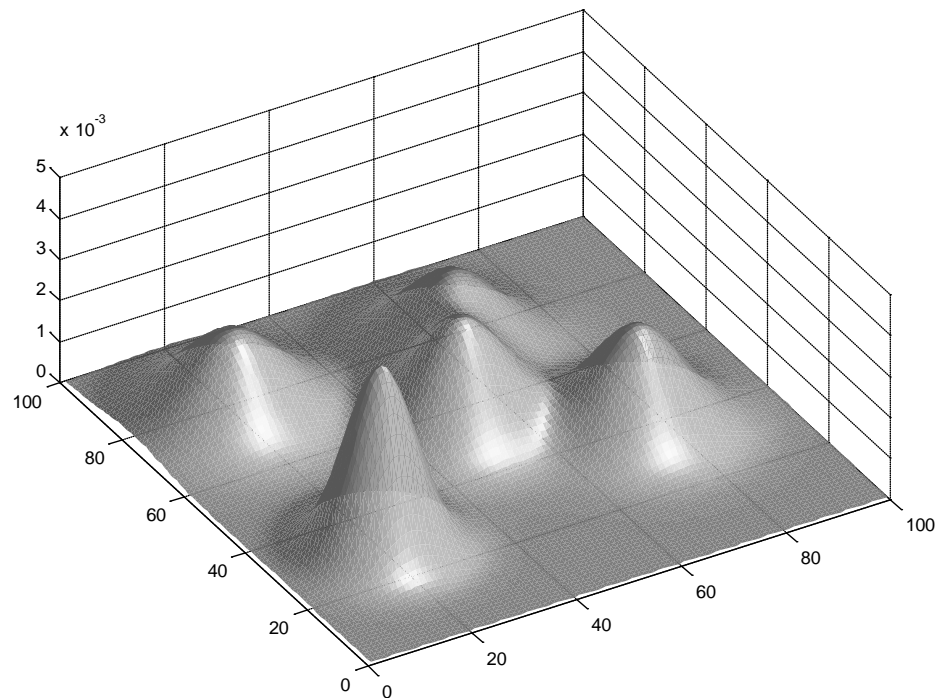
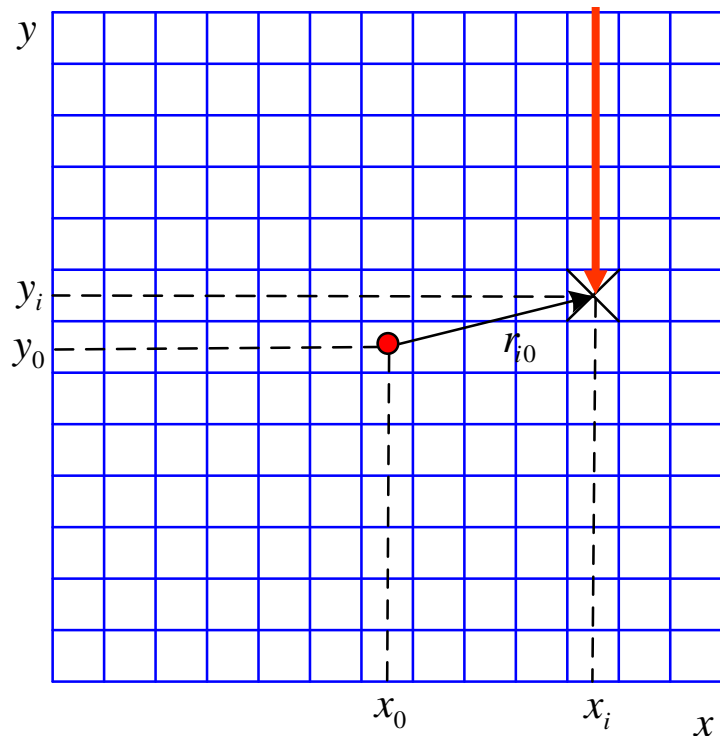
- координаты БС,
- параметры антенн,
- мощности передатчиков;
- распределения частот,

Целью – достижение равномерного покрытия, с учетом статической картины распределения трафика.



1.3 Абонентский трафик

$$a_i \frac{\text{бит}}{\text{с} \cdot \text{с}^2}$$



- Обслуживаемая территории разбивается на ед. квадраты (тайлы)
- Абонентский трафик, как правило, неравномерно распределен по обслуживаемой территории.
- Характеристика трафика – интенсивность трафика на единицу площади.

1.4.1 Пропускная способность на уровне доступа

Пропускная способность канала - наибольшая возможная скорость передачи информации. Зависит от параметров канала и технологии передачи.

Пропускная способность сети беспроводного доступа - потенциальная возможность сети по обслуживанию абонентского трафика и характеризуется пропускными способностями каналов доступа.

-Параметры канала случайны и зависят от множества факторов.

-Одним из определяющих факторов является положение базовых станций (точек доступа) относительно потенциальных пользователей.

$$b = \sum_{i=1}^n b_i(x_i, y_i)$$

Задача построения эффективного построения сети может быть определена, как задача оптимизации

$$\max_{x_i, y_i} \{b\}; \quad x_i, y_i \in D; \quad i = 1 \dots n$$

$$\min_{x_i, y_i} \{n\}; \quad x_i, y_i \in D; \quad b_i \geq b_{\min}; \quad i = 1 \dots n$$

1.4.2 Пропускная способность на уровне доступа

$b(r) = b(A(r))$ бит/с $A(r)$ - затухание сигнала

Зависимость затухания от расстояния (модель Окамура Хата Y.Okumura, M.Hata)

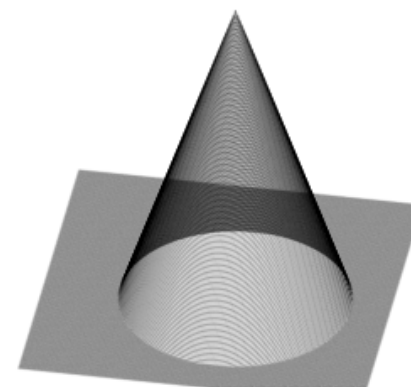
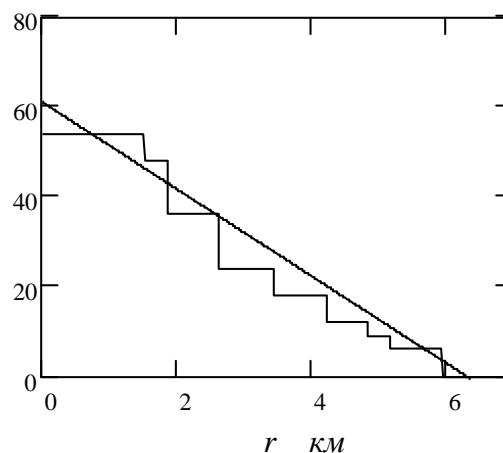
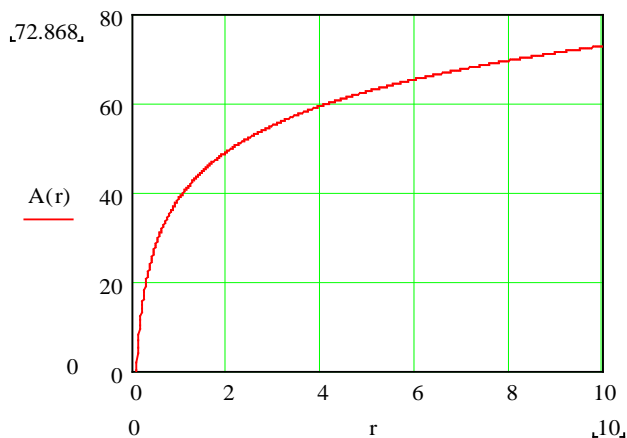
$$A(r) = 46,33 + (44,9 - 6,55 \cdot \log h_1) \log r + 33,9 \cdot \log f - a(h_2) - 13,82 \cdot \log h_1 + C \quad \text{дБ}$$

$$a(h) = (1,1 \cdot \log f - 0,7)h - (1,56 \cdot \log f - 0,8)$$

$$C = \begin{cases} 0 & \text{Для малых городов и пригородов} \\ 3 & \text{Для крупных городов} \end{cases}$$

Стандарт IEEE 802.16e

$b(r)$ Мбит/с

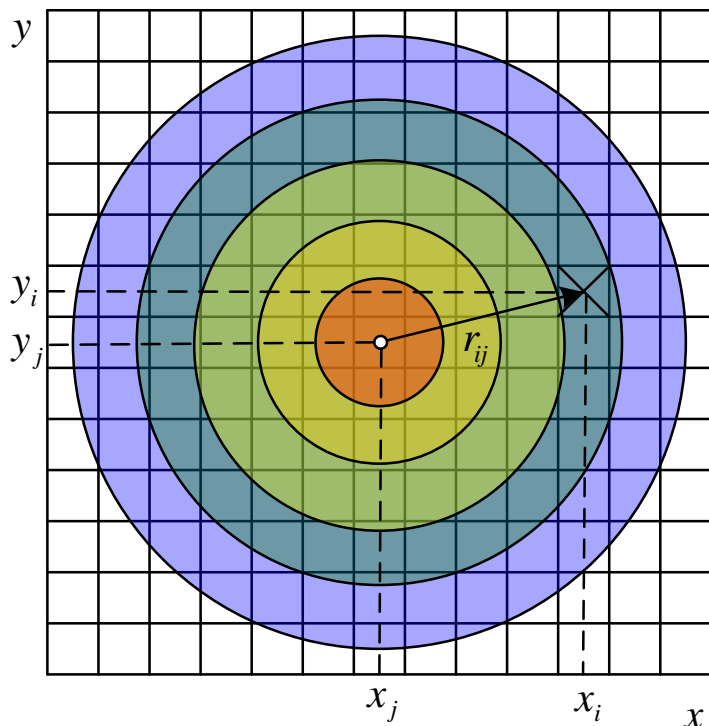


B

$$b(r) = b_0 \left(1 - \frac{r}{R} \right) \text{бит/с}$$

2 Распределение трафика и пропускная способность БС

2.1 Вероятностный характер пропускной способности



- Полагаем, что координаты абонента случайны
- Пропускная способность является случайной величиной

$$b(r_{ij})$$

Для описания b требуется найти функции распределения, плотности распределения, мат. ожидание

$$F(b)$$

$$f(b)$$

$$M(b)$$

CSi – схема кодирования

2.2 Описание пропускной способности как случайной величины

Вероятность попадания случайной точки в круг

$$P\{p \in C_1\} = \iint_{C_1} f(x, y) dx dy$$

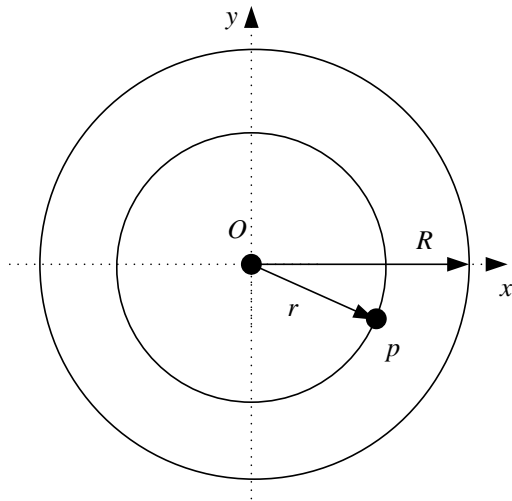
Функция распределения расстояния до случайной точки

$$F(r) = \iint_{CR} f(x, y) dx dy$$

$$M(r) = \int_0^{\infty} r \cdot f(r) dz$$

$$f(r) = \frac{dF(r)}{dr}$$

$$b(r) = b(A(r))$$



$A(r)$ Зависимость затухания сигнала от расстояния

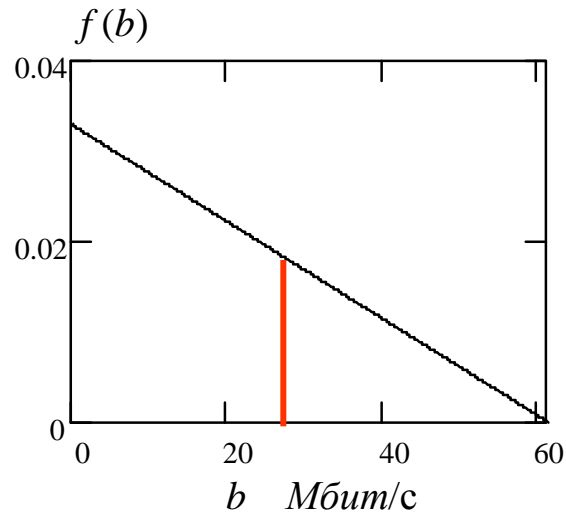
Функция распределения пропускной способности

$$F(b) = \iint_{D_b} f(x, y) dx dy \quad f(b) = \frac{dF(b)}{db}$$

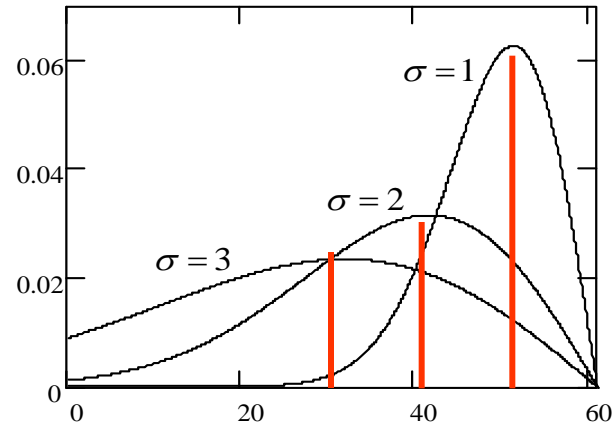
D_b - область значений b

2.5 Равномерное и нормальное распределения трафика по территории

Плотность вероятности скорости ПД на уровне доступа



Равномерное распределение трафика по территории



Нормальное распределение трафика по территории

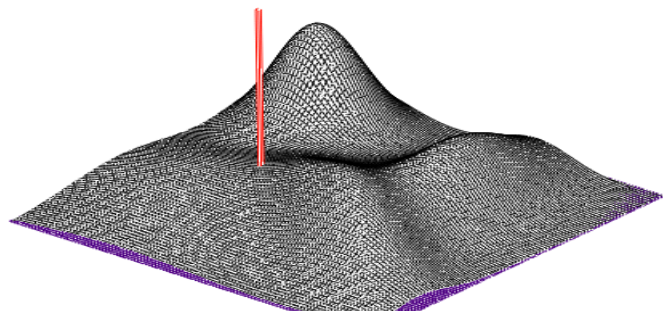
2.6 Выводы

1. Средняя величина пропускной способности точки доступа зависит от распределения трафика по территории
2. Средняя величина пропускной способности БС, тем больше, чем меньше дисперсия распределения трафика по территории
3. Для обеспечения большей пропускной способности (использования БС) ее положение должно быть ближе к центру рассеяния трафика.
4. В общем случае, требуется решение задачи оптимизации невыпуклой (мультимодальной функции).
5. Один из путей получения частных решений – решение задачи путем поиска локальных центров рассеяния функции распределения трафика.

3 Выбор координат БС

3.1 Координаты центра рассеяния трафика

Координаты центра рассеяния могут быть определены как координаты «центра масс»



A, B

$$x_0 = \frac{1}{A} \iint_S y \cdot f_a(x, y) dx dy \quad (\text{м})$$

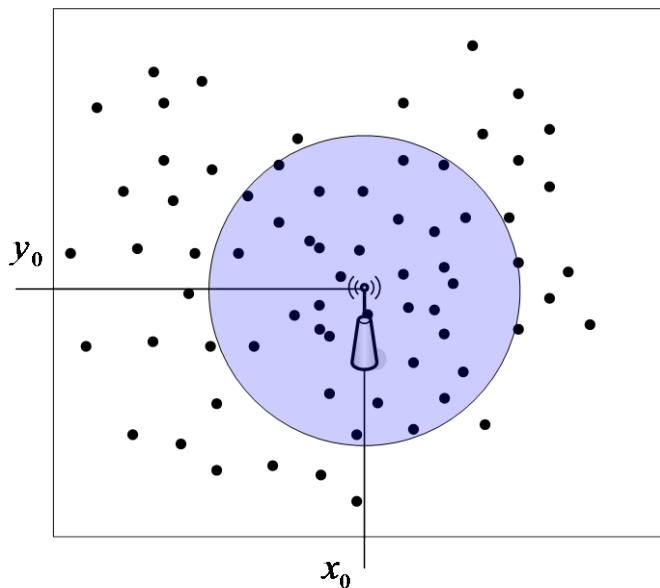
$$y_0 = \frac{1}{A} \iint_S x \cdot f_a(x, y) dx dy \quad (\text{м})$$

$$A = \iint_S f_a(x, y) dx dy = \iint_S f_a(x, y) dx dy \quad (\text{бит/с})$$

$$x_0 = \frac{1}{A} \sum_{j=1}^N a_j \cdot x_j \quad (\text{м})$$

$$y_0 = \frac{1}{A} \sum_{j=1}^N a_j \cdot y_j \quad (\text{м})$$

$$A = \sum_{j=1}^N a_j \quad (\text{бит/с})$$



3.2 Применение кластерного анализа

Методы кластерного анализа позволяют решать задачу разделения выборки на группы схожих объектов

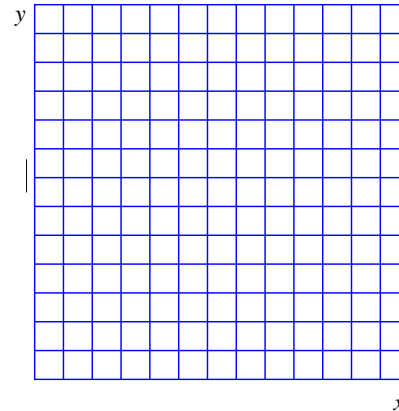
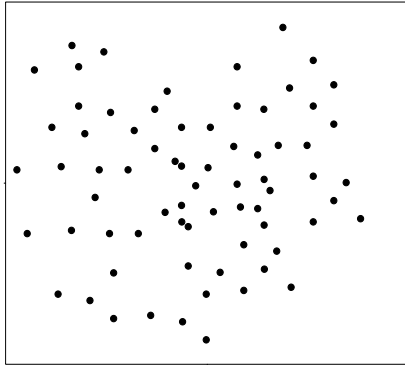
В качестве исходной выборки выступает исходное дискретное распределение трафика:

-координаты и трафик отдельных абонентов

или

- координаты и трафик элементов территории (тайлов)

$$a_j(x_j, y_j); \quad j = 1 \dots N$$



Ряд методов кластеризации позволяет выделять группы по признаку близости элементов к локальным центрам «масс» – локальным центрам рассеяния:

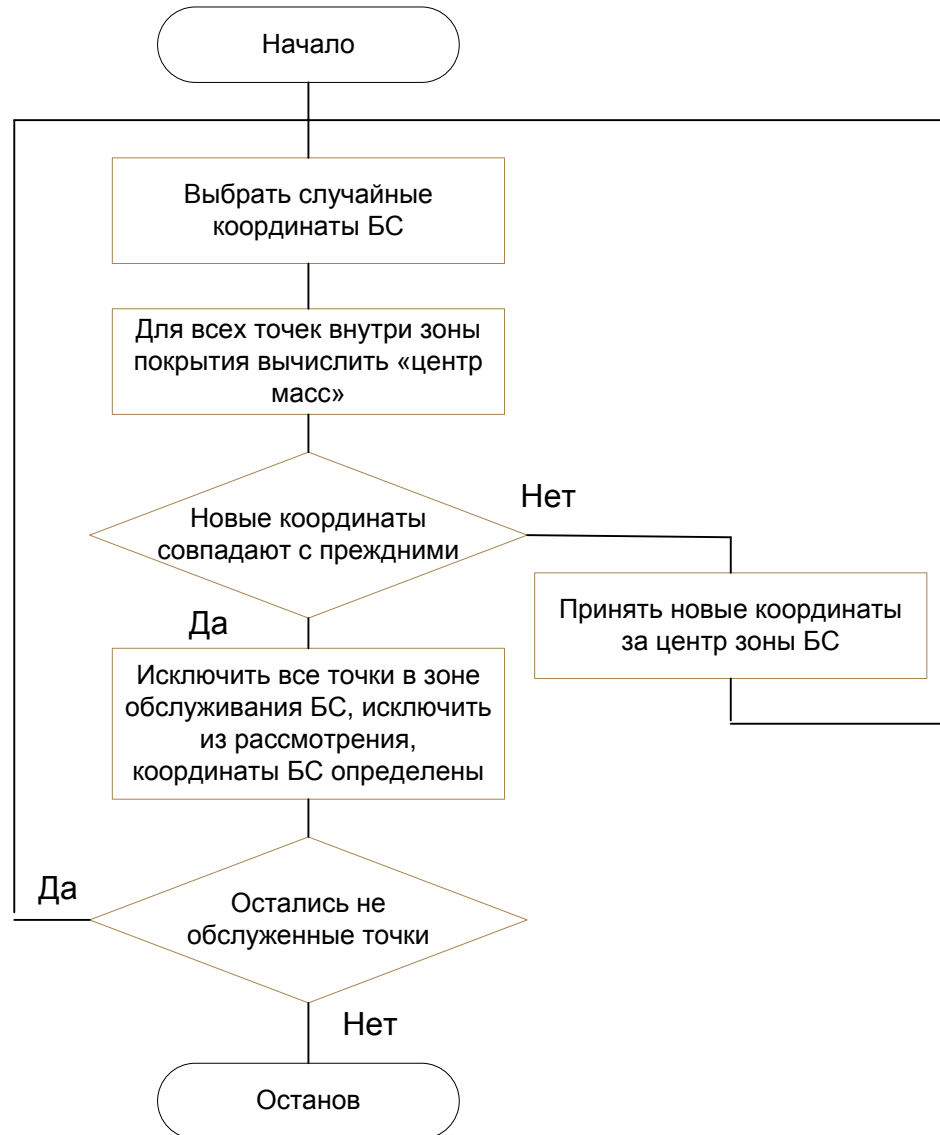
-использование этих методов дает возможность найти локальные центры рассеяния трафика

Например, алгоритмы кластеризации FOREL и k-средних:

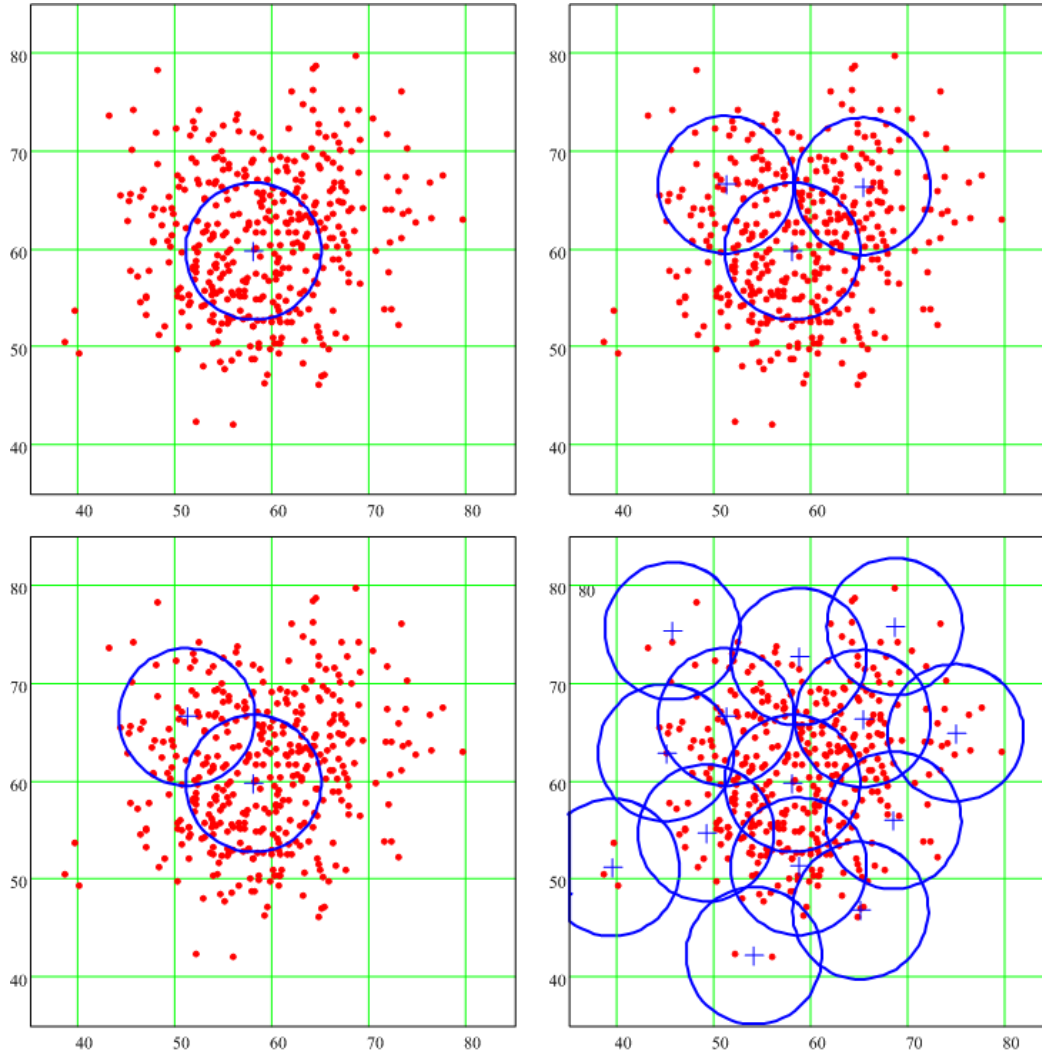
Дают возможность выделения заданного числа кластеров и кластеров заданного размера.

3.3 Метод поиска координат БС на основе алгоритма кластеризации

Поиск локальных центров рассеяния - алгоритм кластеризации FOREL (Formal Element)



3.3.1 Результаты работы алгоритма



Выводы

1. Одной из задач проектирования и управления когнитивных сетей связи является выбор методов построения (управления) сети доступа.
2. Выбор координат БС при проектировании и управлении сетью зависит от характера распределения трафика (абонентов) по территории.
3. Для достижения максимальной пропускной способности, координаты БС должны совпадать с центром рассеяния трафика
4. Для реализации распределения БС могут быть использованы алгоритмы кластеризации, с учетом интенсивности абонентского трафика и пропускной способности БС.
5. Алгоритм реализован, как WEB приложение, на базе Yandex Maps.

Спасибо за внимание