

**Презентация  
Разработка алгоритма  
повышения  
помехоустойчивости канала  
связи с использованием  
технологии MIMO**

Выполнил: Корнаков П.А.  
Студент группы 140691/03

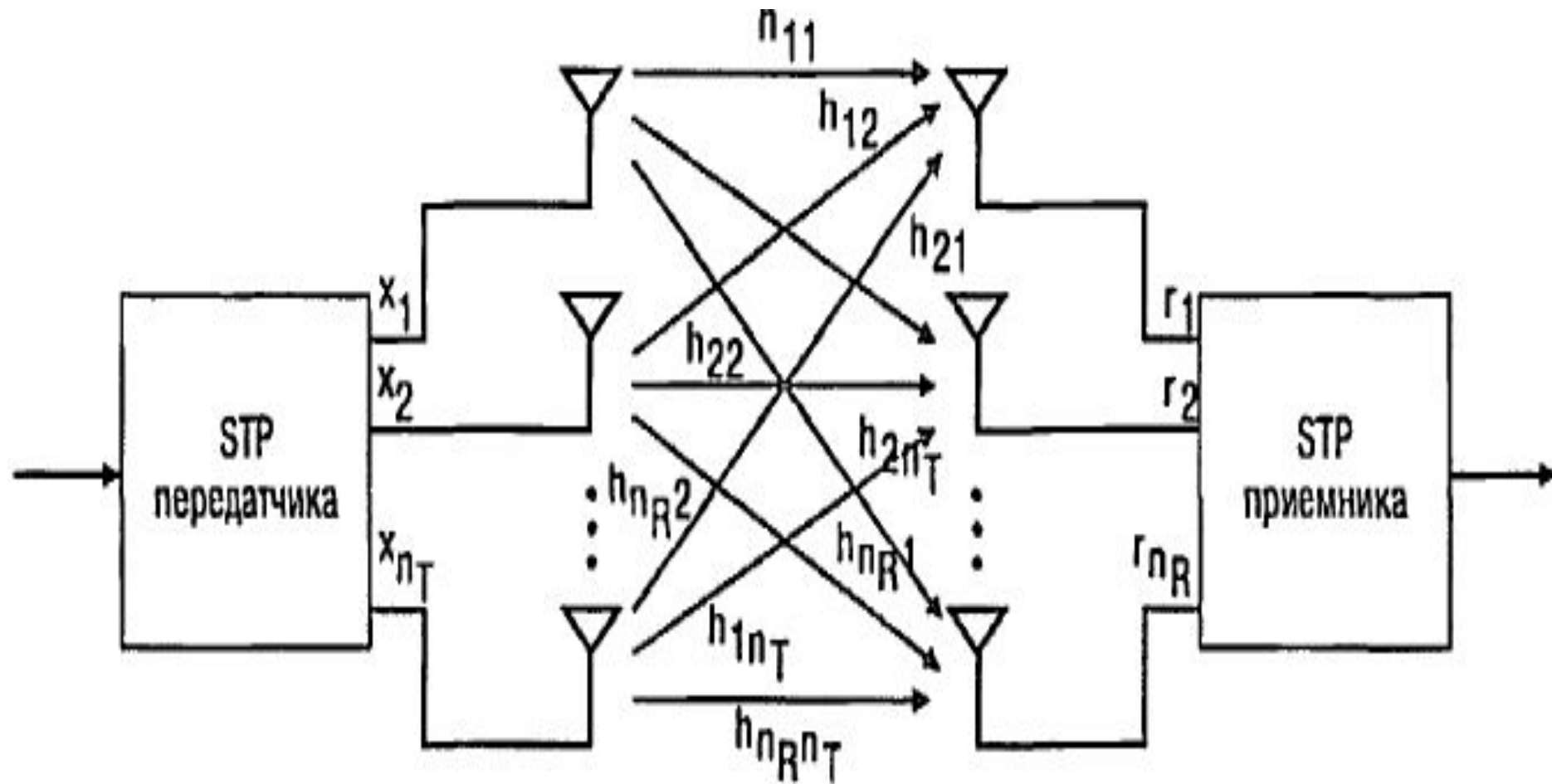
# Цели и задачи работы

- **Целью данной работы** является повышение помехоустойчивости систем радиосвязи на основе применяя технологии MIMO, а также исследование адаптивных методов приема сигнала OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Ортогональное частотное разделение с мультиплексированием), с использованием обучающих последовательностей.

# Задачи:

- Анализ современных методов повышения помехоустойчивости приема.
- Разработать обобщенную корреляционную модель канала связи MIMO, коэффициенты которой учитывают степень неортогональности векторов излучаемых сигналов и пространственную корреляцию между антеннами. Проанализировать алгоритм разнесенного приема сигналов OFDM с использованием обучающей последовательности, в каналах с многолучевостью и конечной скоростью изменения параметров.
- Провести оценки помехоустойчивости MIMO систем с множеством передающих и принимающих антенн, на основе собственных чисел матрицы коэффициентов передачи канала, с учетом обобщенной корреляционной модели канала, а также разработать компьютерную модель систем с различными коэффициентами пространственной корреляции, подтверждающие теоретическое исследование

# Структурная схема системы MIMO



# Математическая модель MIMO

$$\mathbf{X} = \mathbf{H}\mathbf{s} + \mathbf{n}$$

$\mathbf{s}$  – вектор передаваемых сигналов;

$\mathbf{n}$  – вектор собственных шумов приемных элементов антенны;

$\mathbf{X}$  – вектор принятого сообщения.

# Модель пространственной корреляции

$$R_H = E \left[ \text{vec}(H) \cdot \text{vec}(H)^H \right]$$

$N_r$  – количество приемных антенн

$N_t$  – количество передающих антенн

- Значения коэффициента кодовой корреляции в зависимости от типа модуляции

Тип модуляции	Rstbc4	Rstbc8
BPSK	0,5	0,375
QPSK	0,375	0,273
8-PSK	0,396	0,284

# Матрица отношений энергии сигнала к спектральной плотности мощности шума и ее собственные числа для 2-х антенн

$$K_{MISO} Q_{MISO} = \frac{h^2}{2} \begin{bmatrix} 1 & r_{TX} \\ r_{TX} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_1 = \frac{h^2}{2} (1 + r_{TX})$$

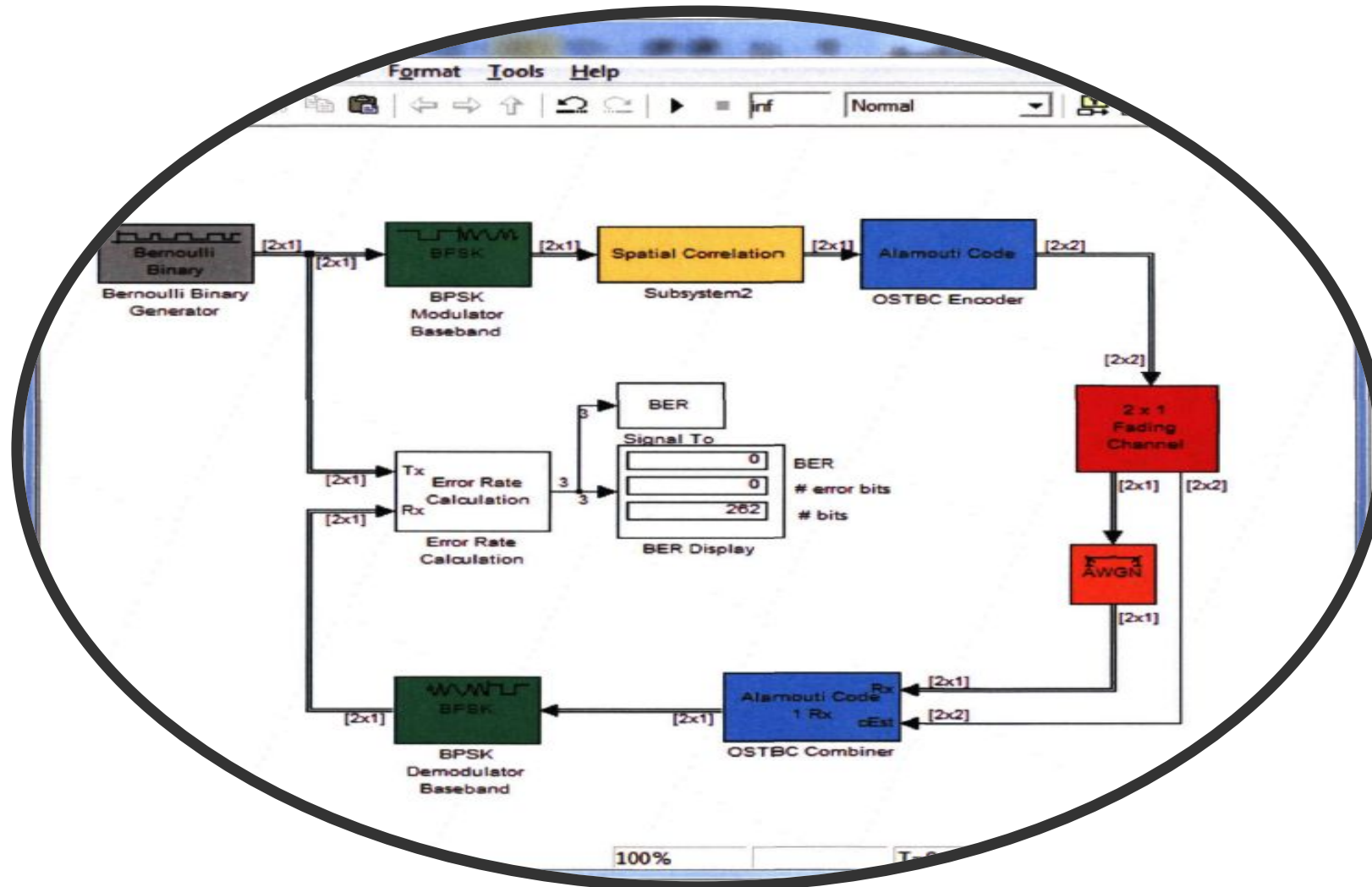
$$\lambda_2 = \frac{h^2}{2} (1 - r_{TX})$$



Вероятность ошибки, вычисленная для  
данного случая равна

$$p = \frac{1}{2} \left[ 1 - \frac{1+r_{TX}}{2r_{TX}} \sqrt{\frac{(1+r_{TX})h^2}{(1+r_{TX})h^2}} + \frac{1-r_{TX}}{2r_{TX}} \sqrt{\frac{(1-r_{TX})h^2}{(1-r_{TX})h^2 + 2}} \right]$$

# Модель радиосистемы с 2-мя передающими антеннами



# Зависимость вероятности ошибки (BER) от $E_b/N_o$ для 2-х антенной системы MIMO с кодом Аламоути, модуляция BPSK

