



# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕШАЮЩИХ СИГНАЛОВ НА РАДИОСИСТЕМЫ С QAM

ДИПЛОМАНТ:

В.

РУКОВОДИТЕЛЬ:

ПУСТОВОЙТОВ Е.Л.

ЗВЕЗДИНОВ В.

К.Т.Н. ДОЦ.

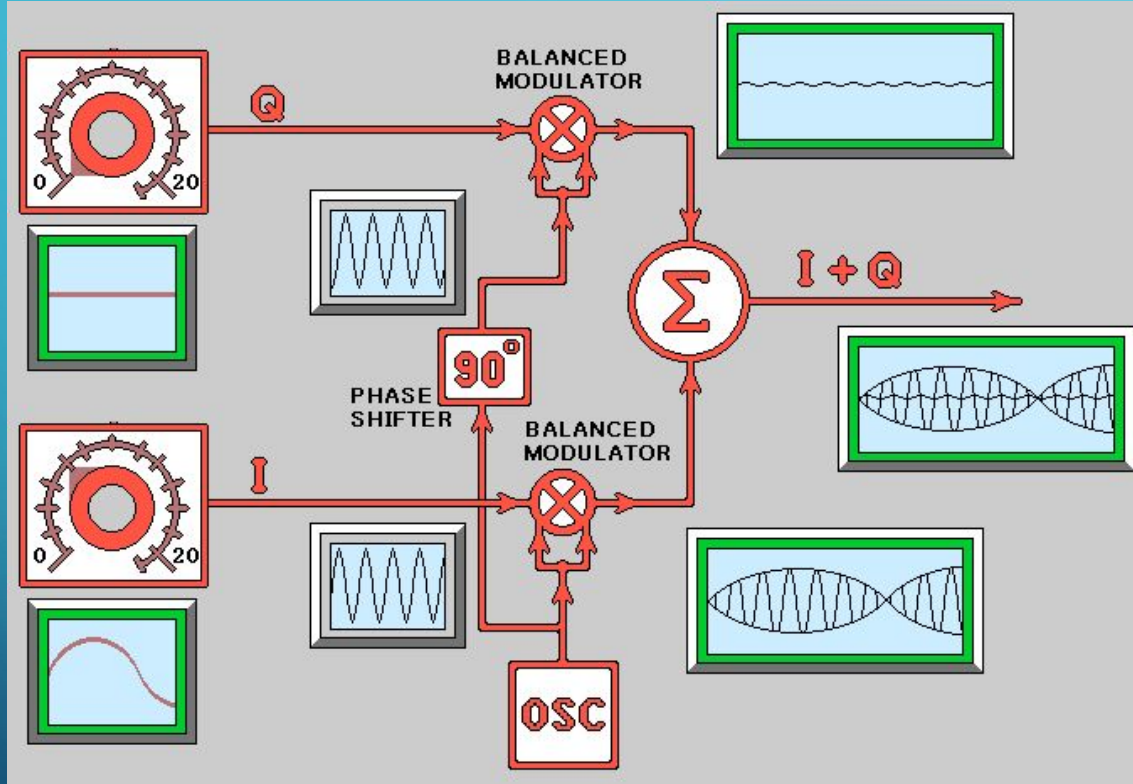
# Актуальность темы

- ✓ Главной задачей современных телекоммуникационных систем радиосвязи является быстрая и качественная эффективная передача информации по радиолиниям при высокой эффективности использования радиочастотного спектра (РЧС).
- ✓ На практике работа беспроводных цифровых систем передачи информации (ЦСПИ) осуществляется в условиях действия различного вида радиопомех.

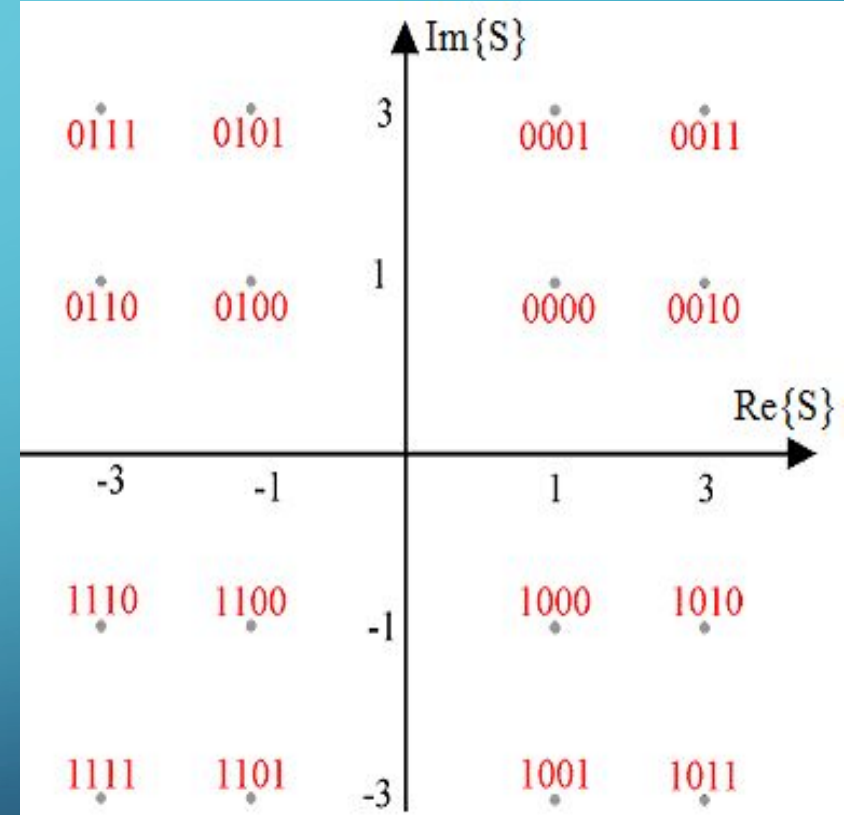
## Достоинства QAM

Квадратурная амплитудная модуляция QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) используется во многих современных беспроводных цифровых системах передачи информации и обладает высокой спектральной эффективностью. Она представляет собой разновидность многопозиционной амплитудно-фазовой модуляции, где в качестве информационных параметров используется амплитуда и фаза сигнала. Использование многократной модуляции позволяет повысить удельную скорость передачи информации, при которой каждая элементарная посылка несет более 1 бита информации.

# Структурная схема модулятора QAM сигнала

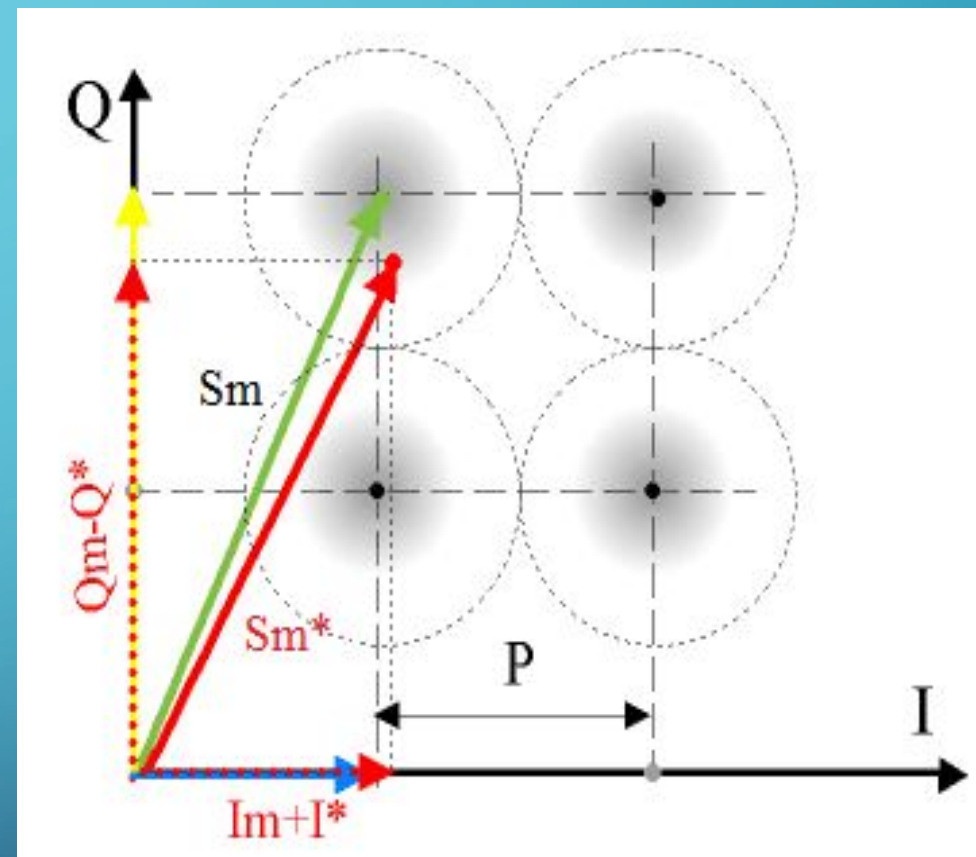


# Сигнальное созвездие QAM-16



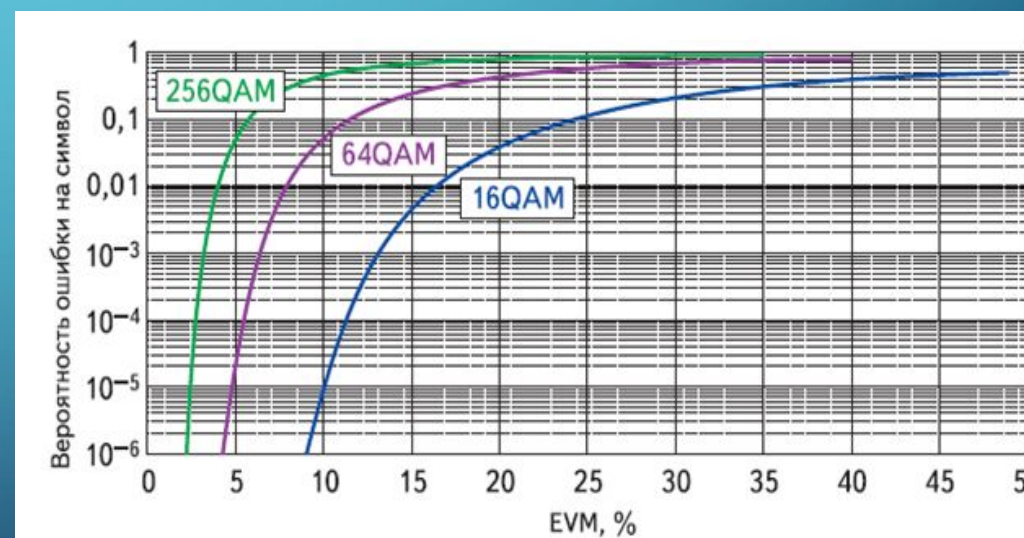
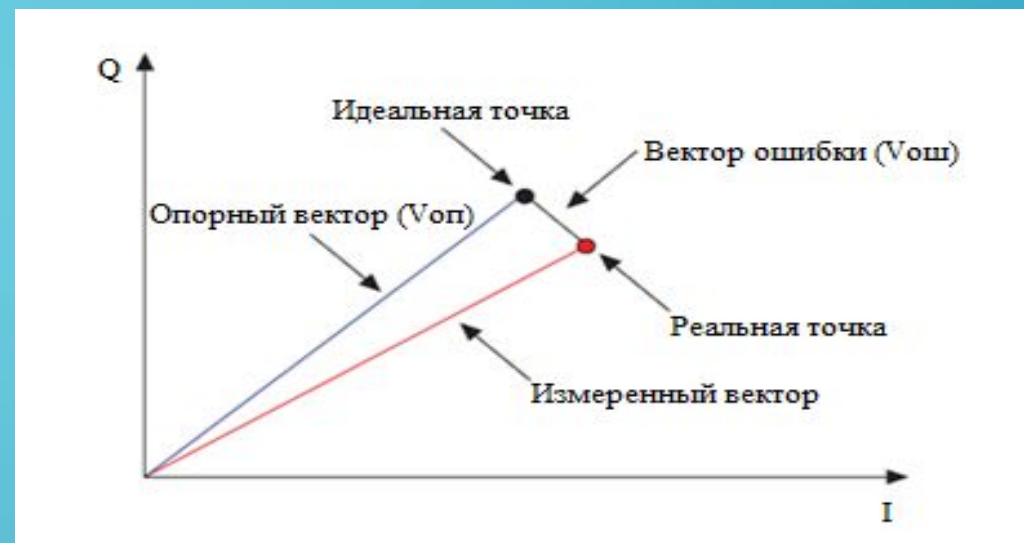
## Влияние мешающих сигналов и помех на QAM сигнал

Воздействие мешающих сигналов в следствии интерференции радиоволн приводит к возникновению неконтролируемых изменений амплитуды и фазы передаваемого по линии связи сигнала. На рисунке изображен пример воздействия на переданный сигнал мешающего сигнала. Вектор результирующего колебания при воздействии помехи отмечен красным цветом. Предельный уровень допустимых амплитудных и фазовых искажений модулированного QAM сигнала представляет собой круг диаметром  $R$ .

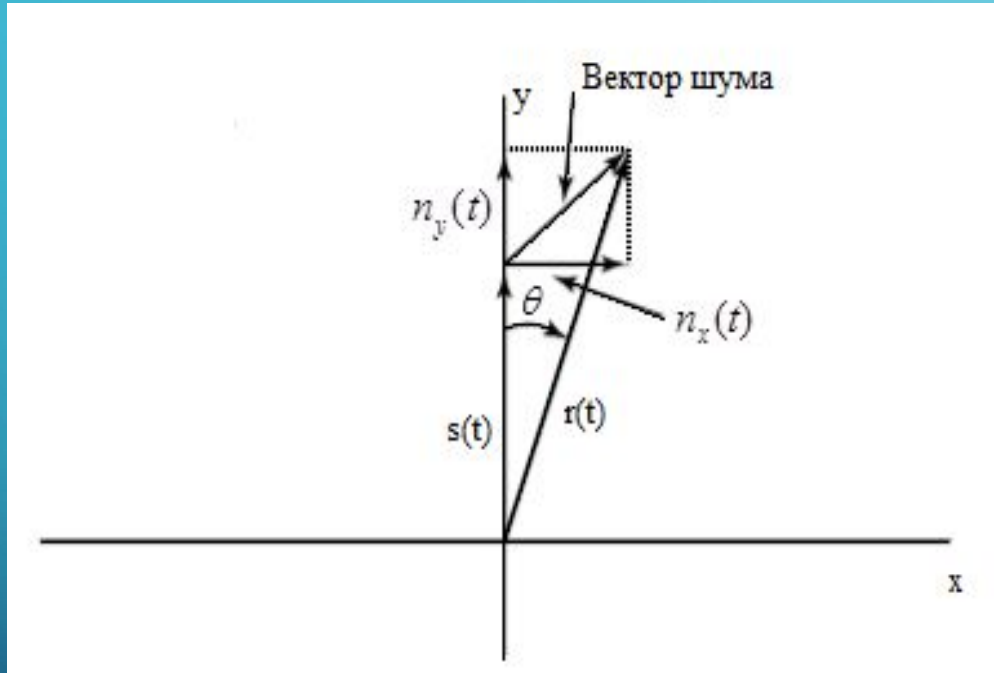


Современные методы мониторинга качества услуг передачи данных в сетях с QAM основаны на оценке двух параметров:

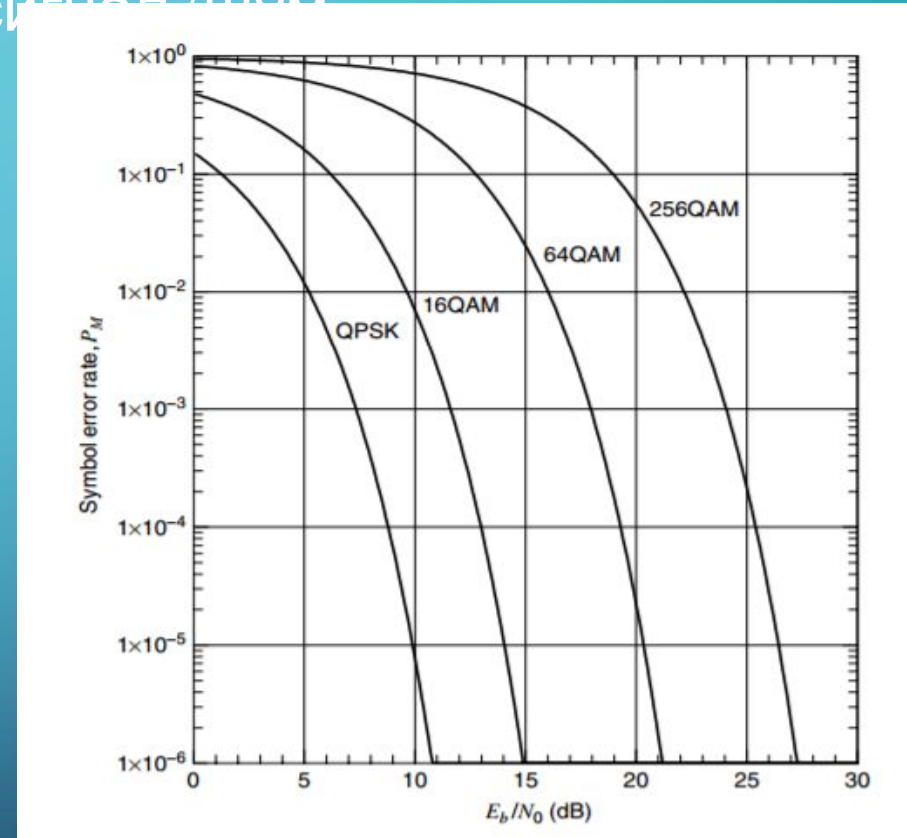
- ✓ амплитуды вектора ошибок (Error Vector Magnitude, EVM)
- ✓ частоты появления ошибочных битов (Bit Error Rate, BER) или частоты появления ошибочных символов (Symbol Error Rate, SER)



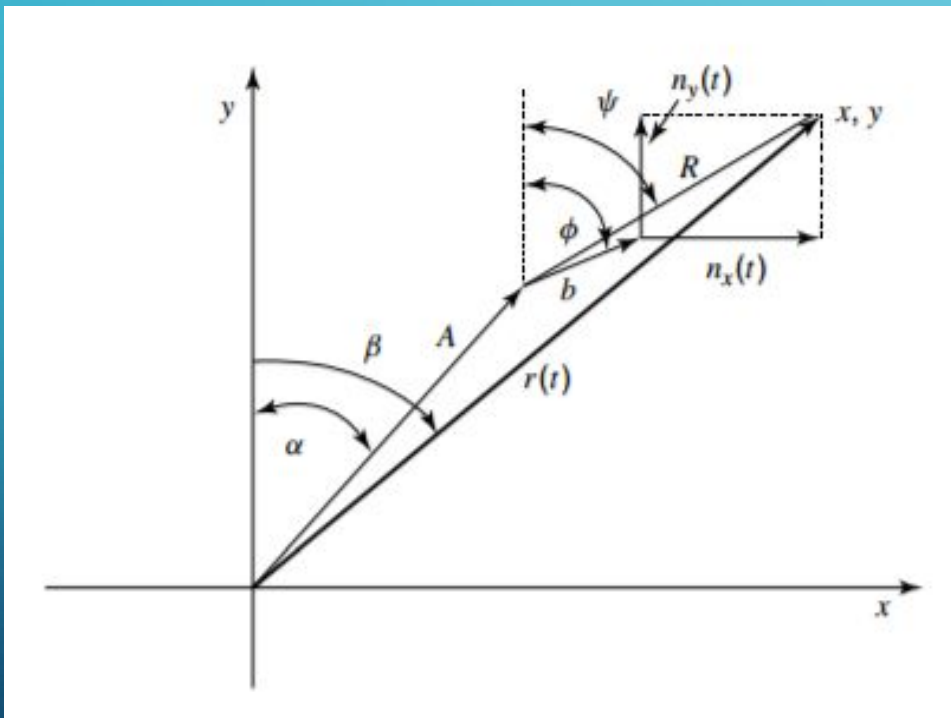
# Влияние шумовых компонент на результирующий вектор



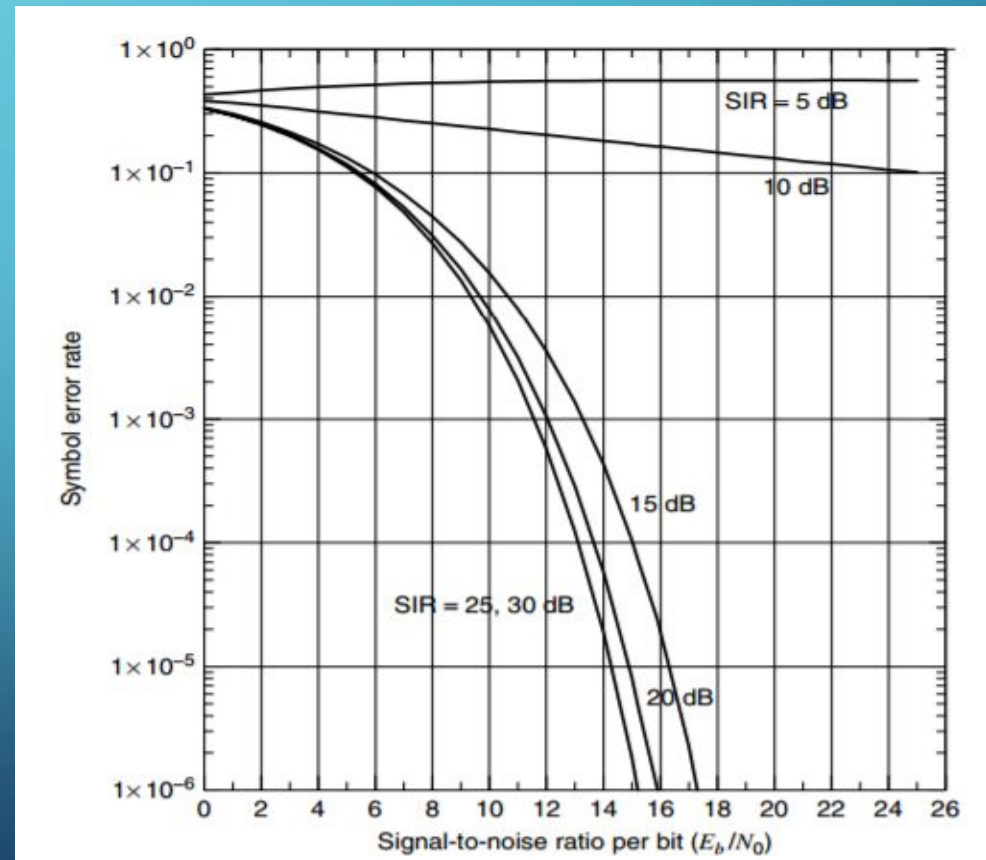
# Зависимости вероятности ошибок от отношения сигнал/шум



Влияние шумовых компонент и мешающего радиосигнала на результирующий вектор



Зависимости вероятности ошибок для QAM-16 с различной мощностью мешающего сигнала





## Выводы

Подведя итоги проделанного исследования можно сделать вывод о том что помехоустойчивость QAM обратно пропорциональна его спектральной эффективности.

Анализ приведенных зависимостей показал, что современные цифровые методы модуляции QAM имеют слабую защищенность от интерференционной помехи.

Для QAM-16 с отношением сигнал/помеха равное 30дБ результаты появления ошибок совпадают с ситуацией только при наличии шума, но уже при отношении сигнал/помеха равное 10дБ радиосистема с QAM полностью теряет работоспособность.

The background is a gradient of blue, transitioning from a lighter shade at the top to a darker shade at the bottom. In the four corners, there are decorative white line-art patterns resembling circuit traces or a stylized tree structure. These patterns consist of thin lines that branch out and terminate in small circles.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ