



Дипломный проект на
тему:

«Разработка программно-математических
средств для обнаружения сигнала системы
спутникового позиционирования»

Кафедра:
ИТ-6



Студент:

Внуковский Дмитрий Борисович

Руководитель проекта:

Мельников Алексей Олегович



Цель дипломного проекта

- Разработка детектора сигналов спутника системы GPS



Задачи

и

- Провести анализ алгоритмов порогового детектирования
- Разработать алгоритм определения врага
- Разработать алгоритм оценки шума
- Реализовать алгоритм Тонга обнаружения сигнала
- Разработать программное обеспечение для обнаружения сигнала спутника
- Провести анализ эффективности разработанных программных средств

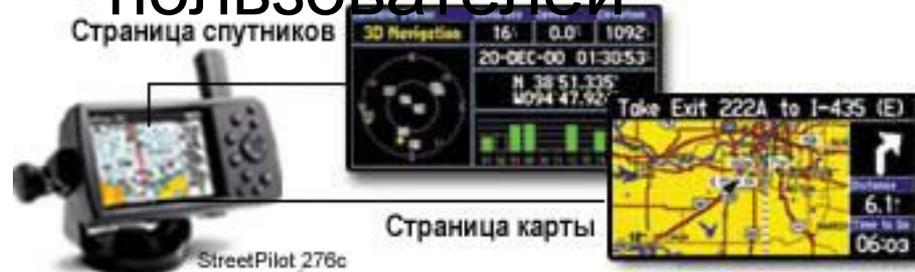
Структура системы GPS



Космический
сегмент

Сегмент
управления

Сегмент пользователей



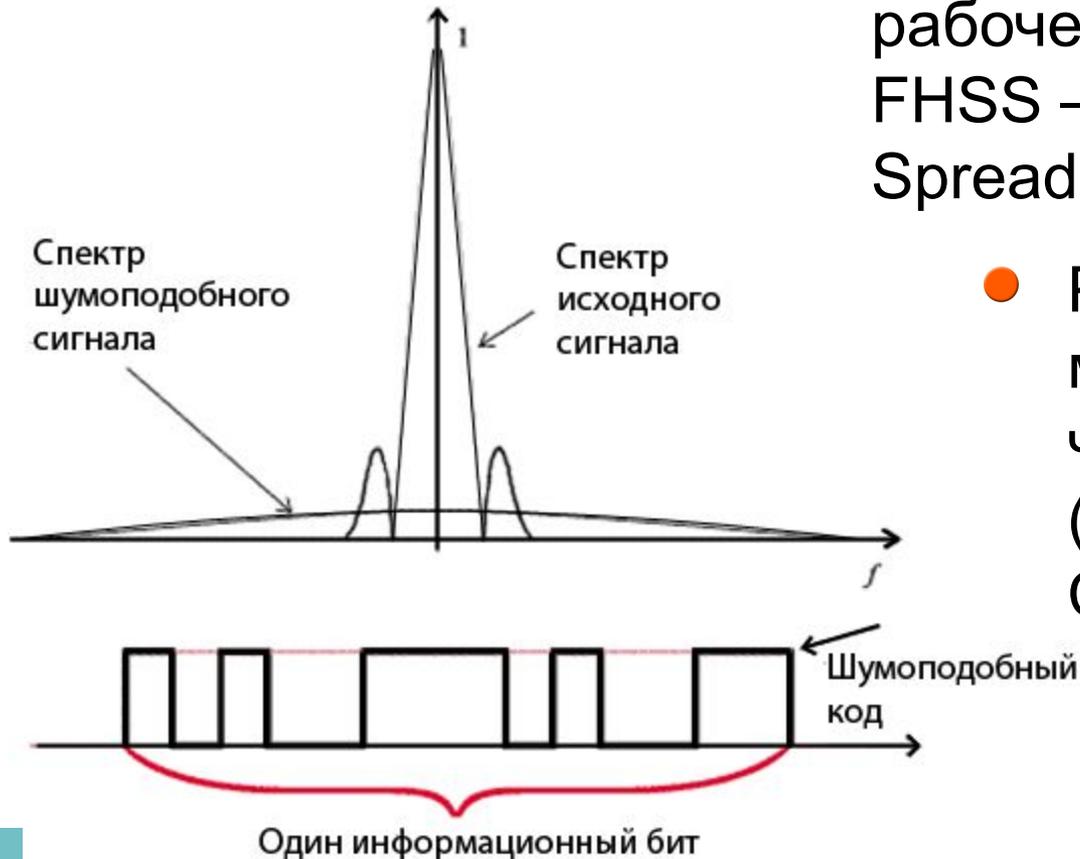
Технология расширения спектра

Спектра

- Расширение спектра методом прямой последовательности (ПРС) (англ. DSSS — Direct Sequence Spread Spectrum)

- Псевдослучайная перестройка рабочей частоты (ППРЧ) (англ. FHSS — Frequency Hopping Spread Spectrum)

- Расширение спектра методом линейной частотной модуляции (ЛЧМ) (англ. CSS — Chirp Spread Spectrum).

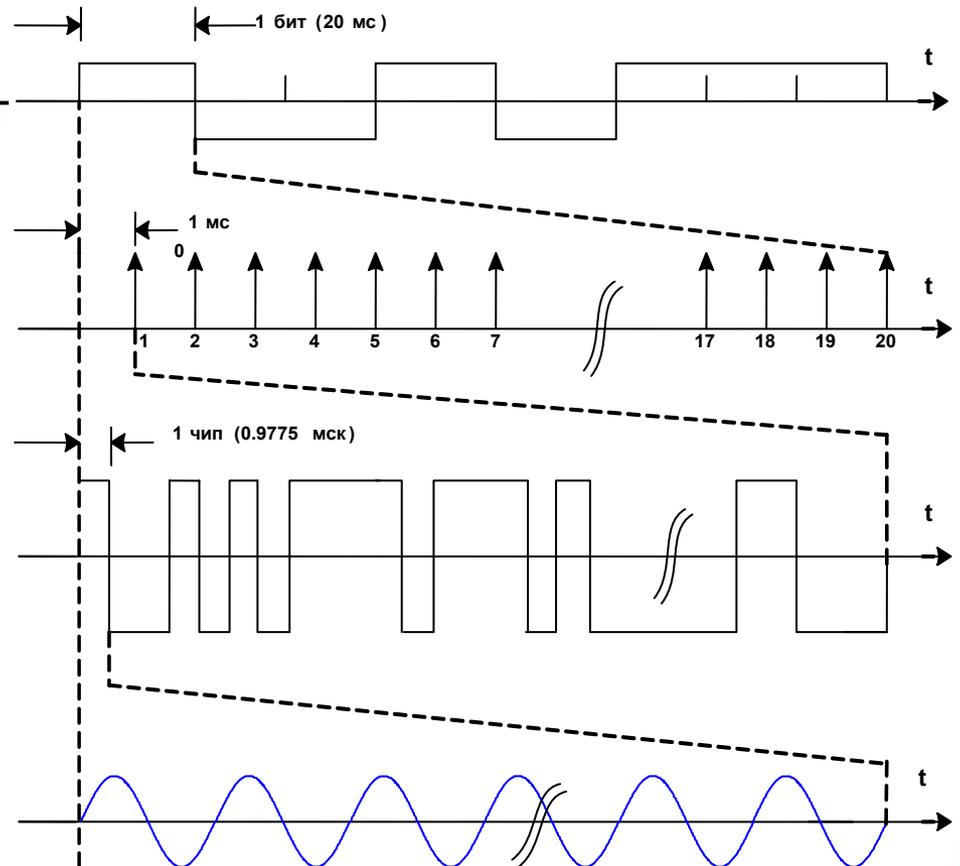


Математическая модель сигнала

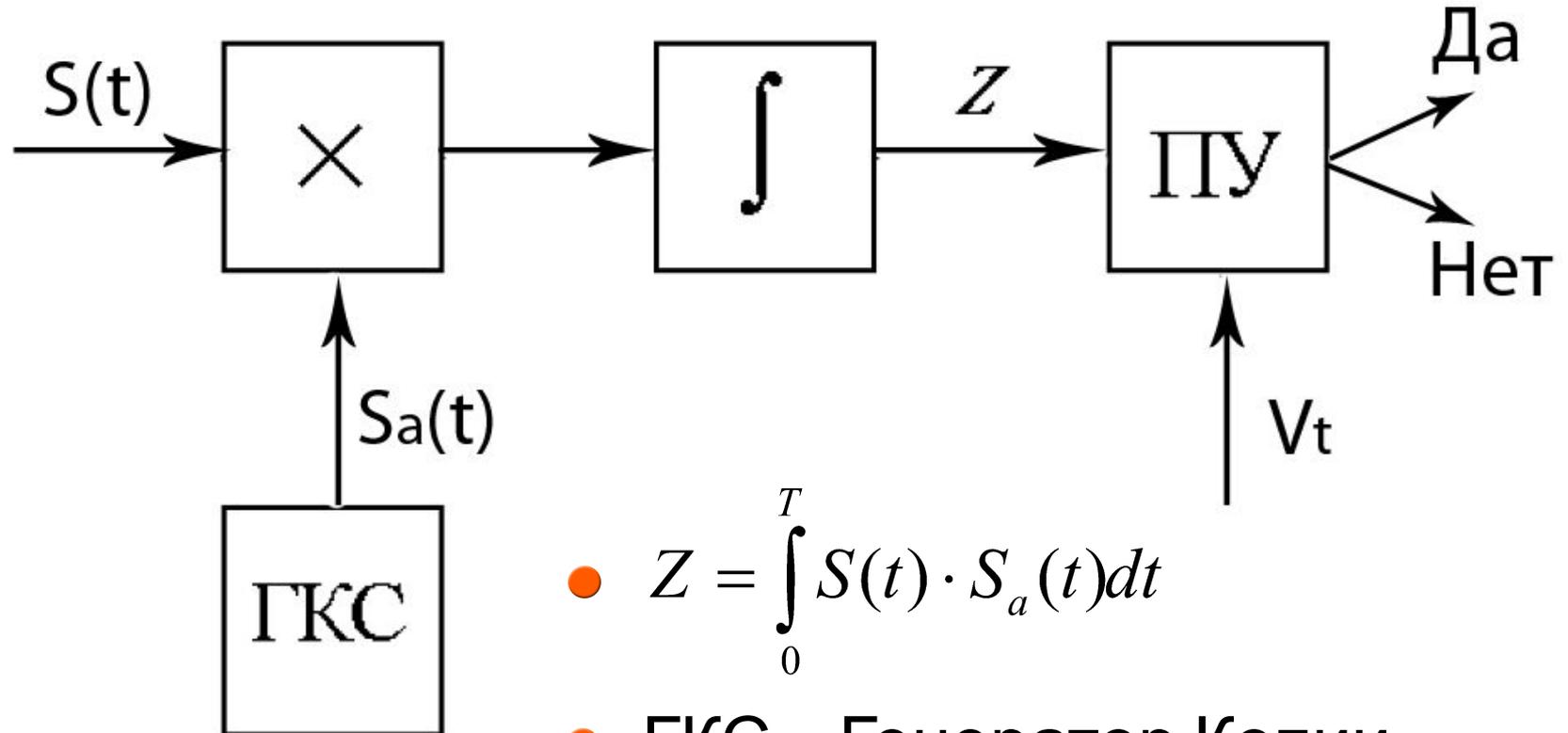
GPS

$$s(t) = \sqrt{2P_I} d(t) \cdot c(t) \cdot \cos(\omega t + \theta) + \sqrt{2P_Q} d(t) \cdot p(t) \cdot \sin(\omega t + \theta) + n(t)$$

- P_I и P_Q – мощности синфазной и квадратурной компонент
- $d(t)$ – цифровой поток со скоростью 50 бит/с
- ω – несущая частота L1 в радианах в секунду
- $p(t)$ – расширяющий P-код
- θ – общий сдвиг фаз в радианах
- $c(t)$ – расширяющий C/A-код
- $n(t)$ – шумовая составляющая



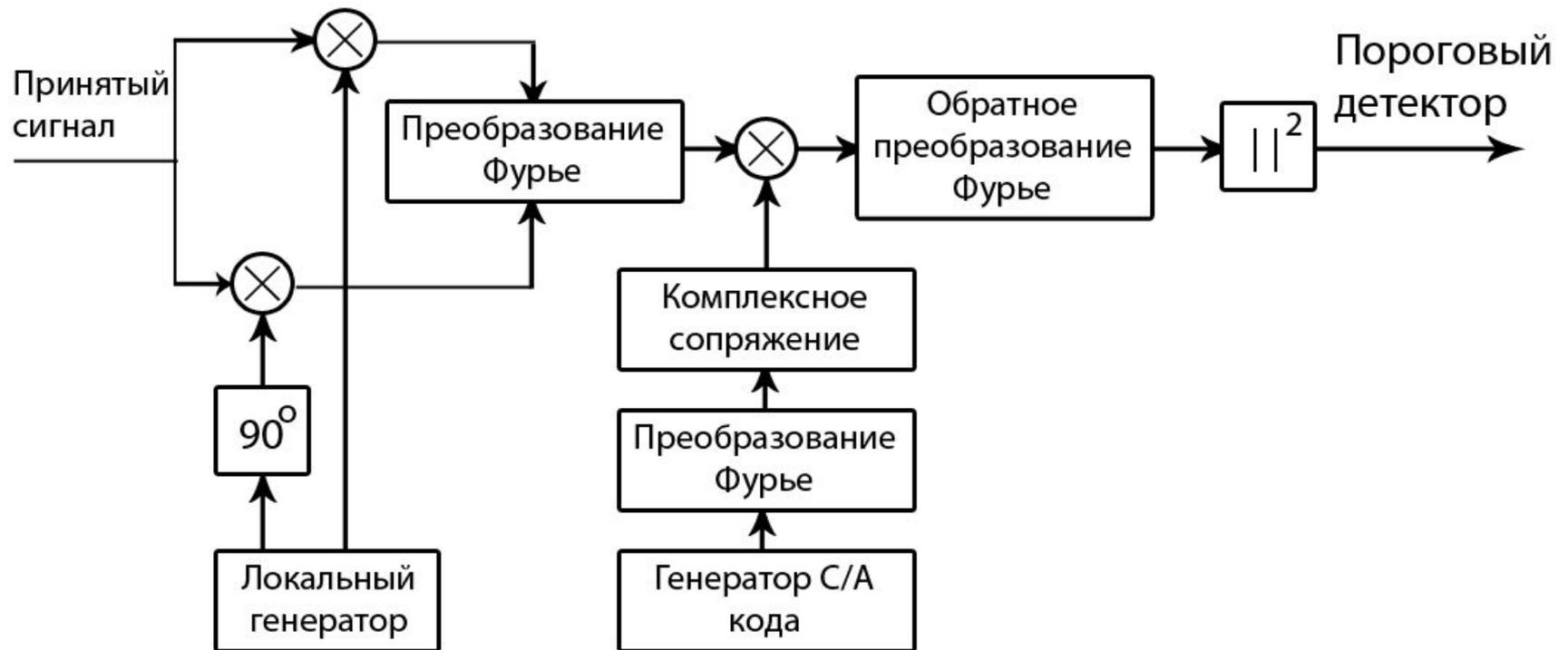
Типовая структура модуля обнаружения



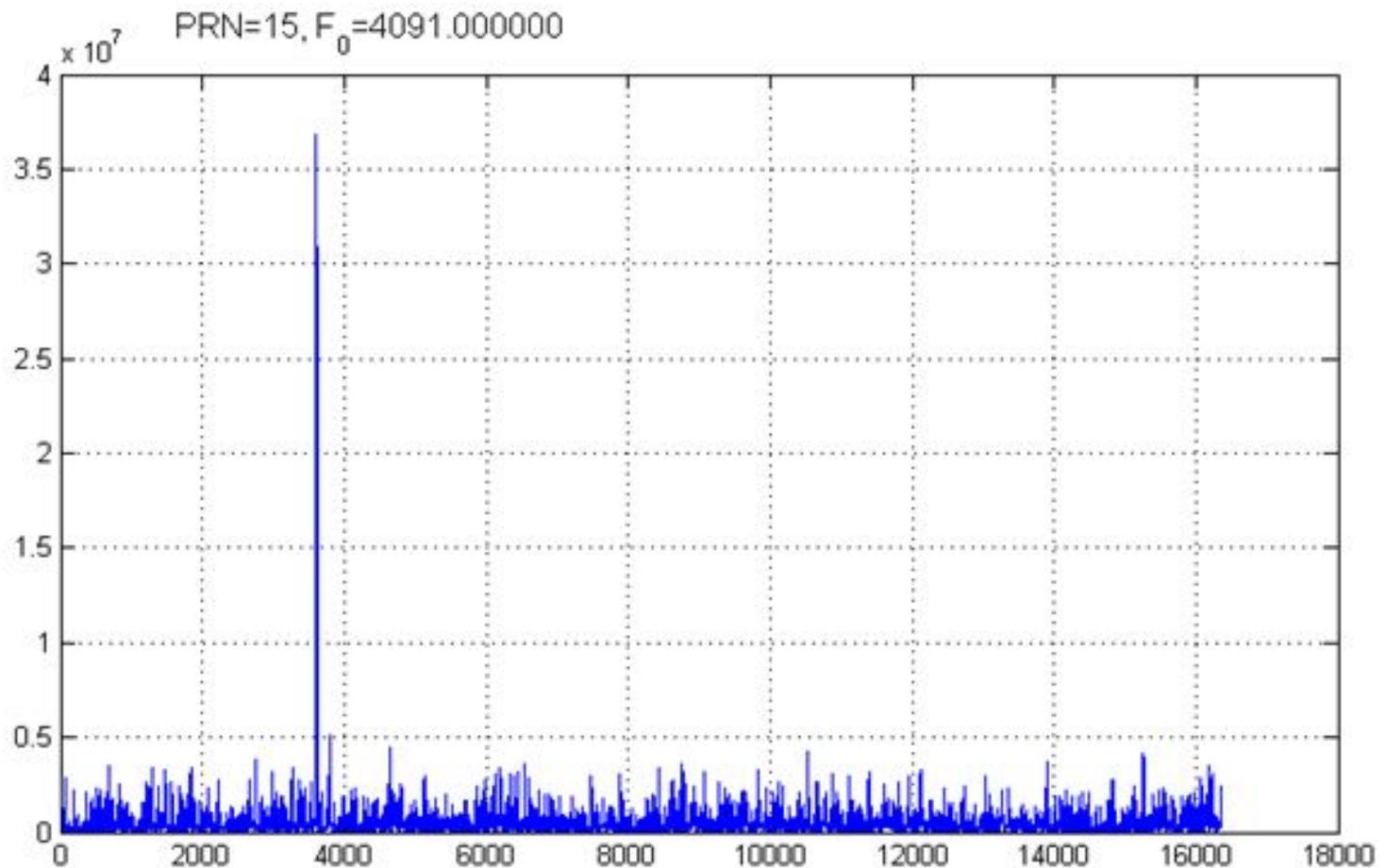
- $$Z = \int_0^T S(t) \cdot S_a(t) dt$$

- ГКС – Генератор Копии Сигнала
- ПУ – Пороговое Устройство

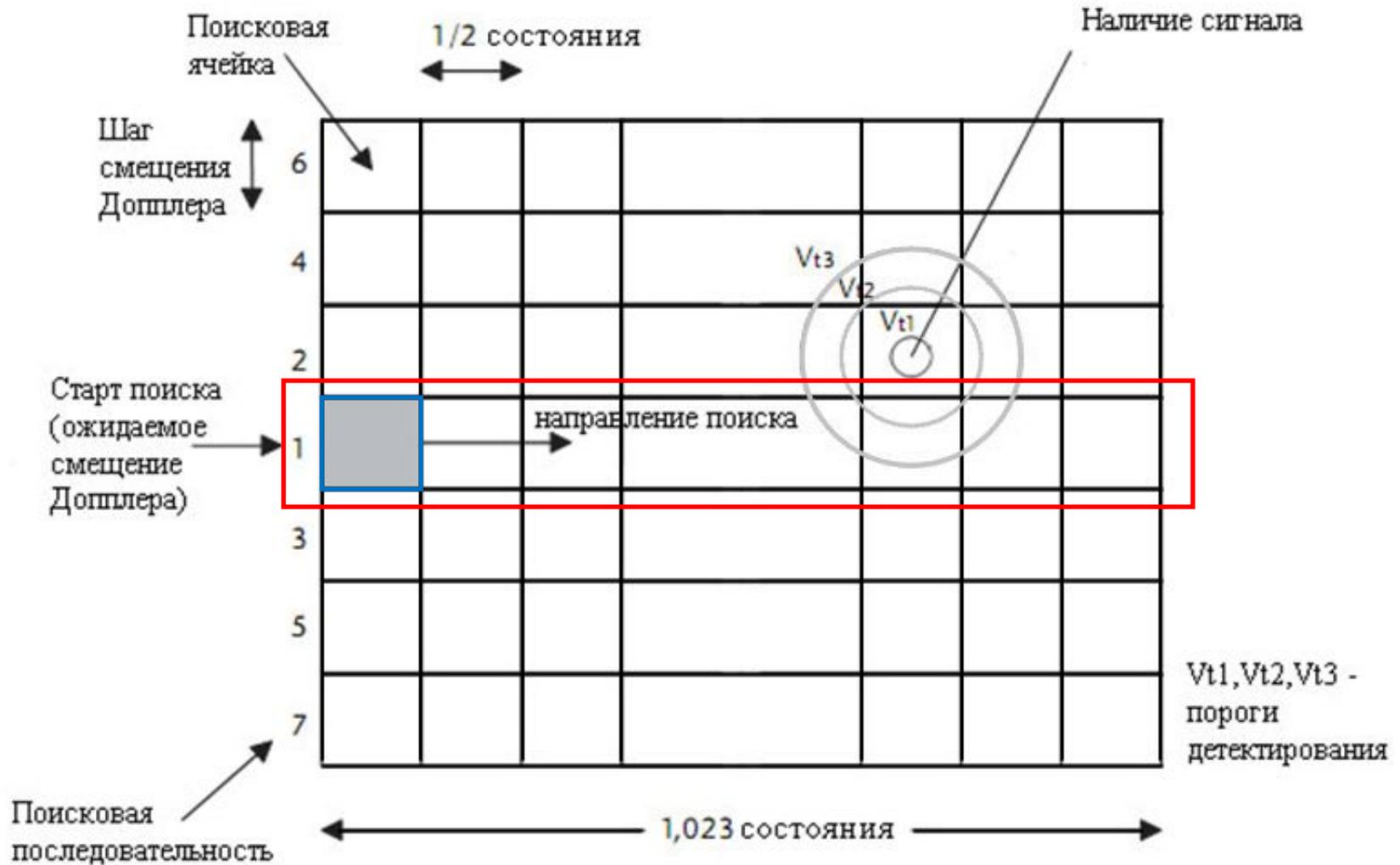
Параллельная корреляция



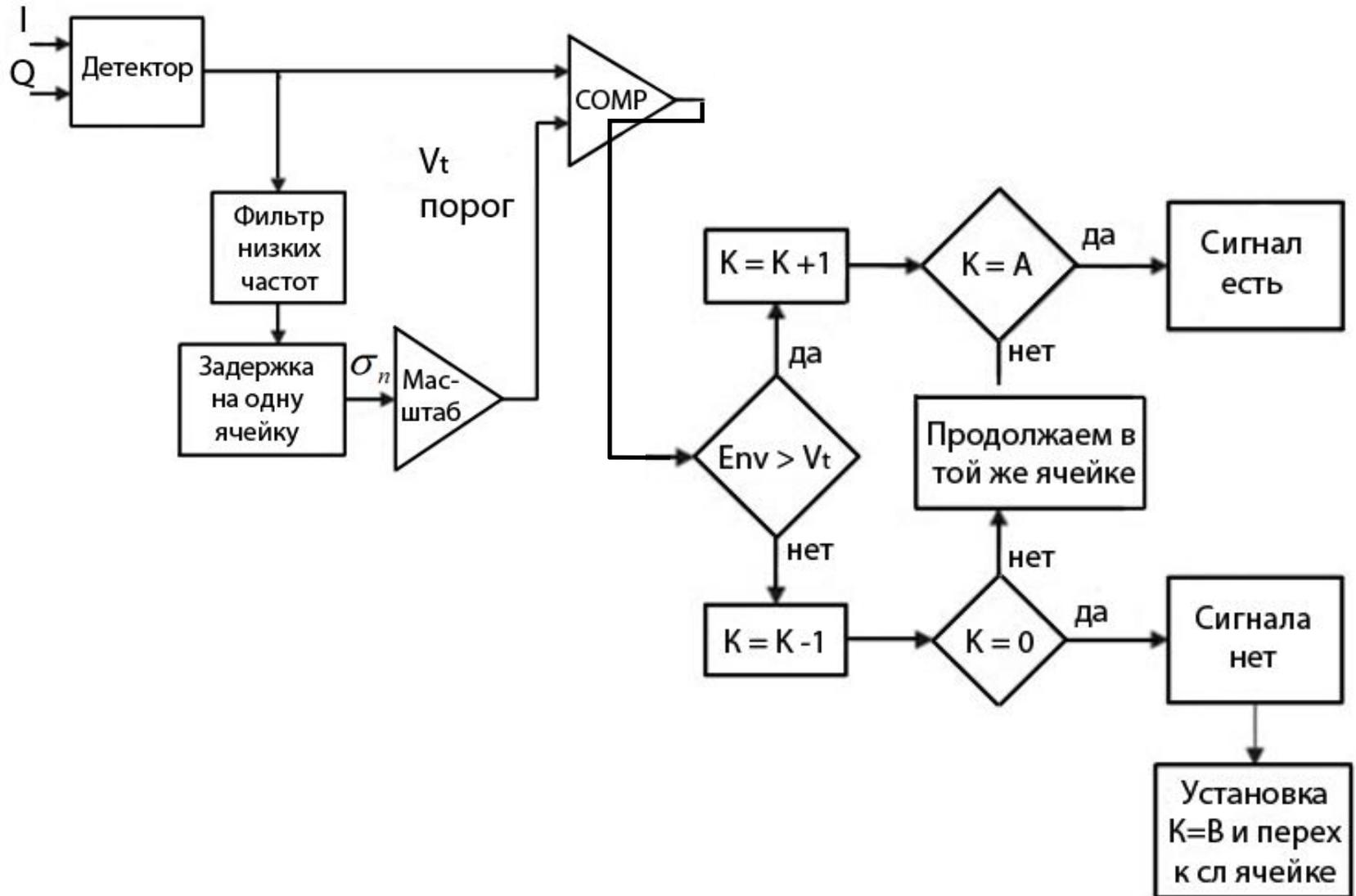
Выход коррелятора Корреляции для спутника PRN=15



Сеть детектора



Алгоритм детектора

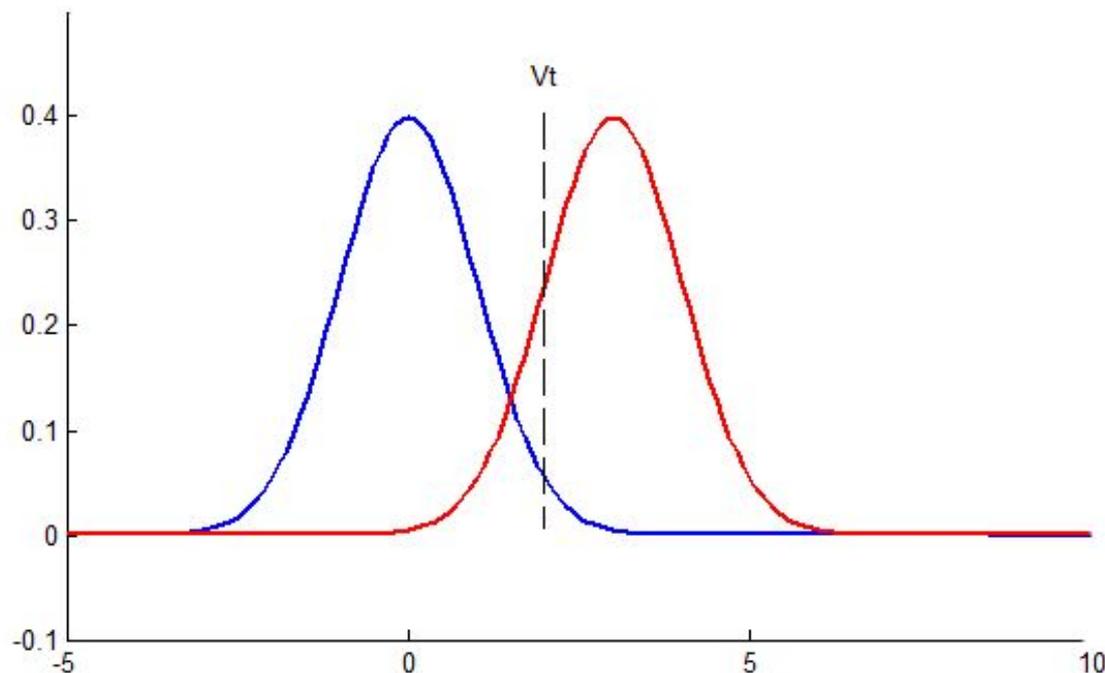


Выбор порога детектирования

$$V_t = \sigma_n \sqrt{-2 \times \ln P_{fa}}$$

● P_{fa} – вероятность
ложного
обнаружения

● σ_n –
МОЩНОСТЬ
шума



Оценка шума при помощи коррелятора

$\sigma_x^2 = \sigma_S^2 + \sigma_\gamma^2$ - полная энергия сигнала на входе коррелятора

$\sigma_y^2 = \sigma_S^2 \sigma_\gamma^2 + \frac{\sigma_\gamma^2 \sigma_h^2}{N}$ - на выходе коррелятора в точке

синхронизации

$$\sigma_y^2 - \sigma_x^2 \cdot \sigma_h^2 = \sigma_S^2 \sigma_h^2 + \frac{\sigma_\gamma^2 \sigma_h^2}{N} - \sigma_S^2 \sigma_h^2 - \sigma_\gamma^2 \sigma_h^2 = \frac{\sigma_\gamma^2 \sigma_h^2}{N} - \sigma_\gamma^2 \sigma_h^2$$

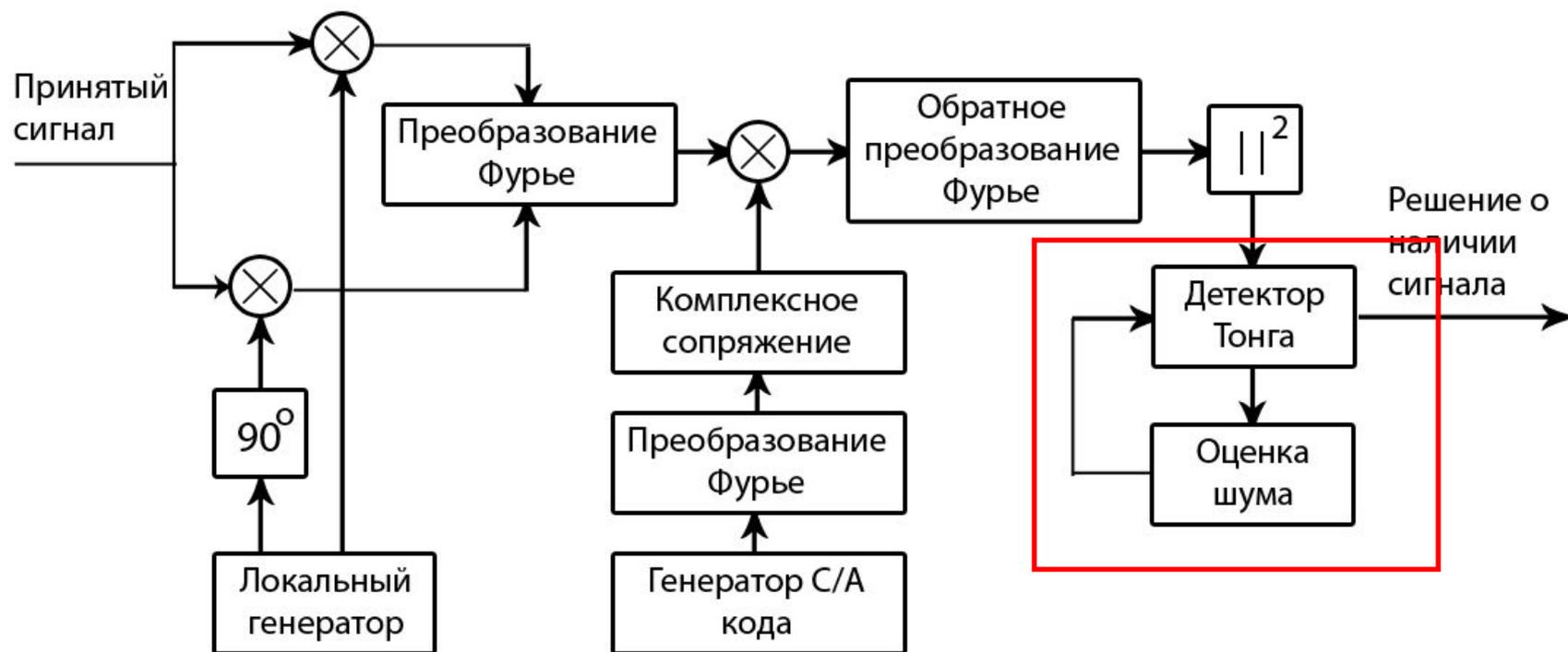
$$\sigma_x^2 \cdot \sigma_h^2 - \sigma_y^2 = \frac{N-1}{N} \sigma_\gamma^2 \sigma_h^2$$



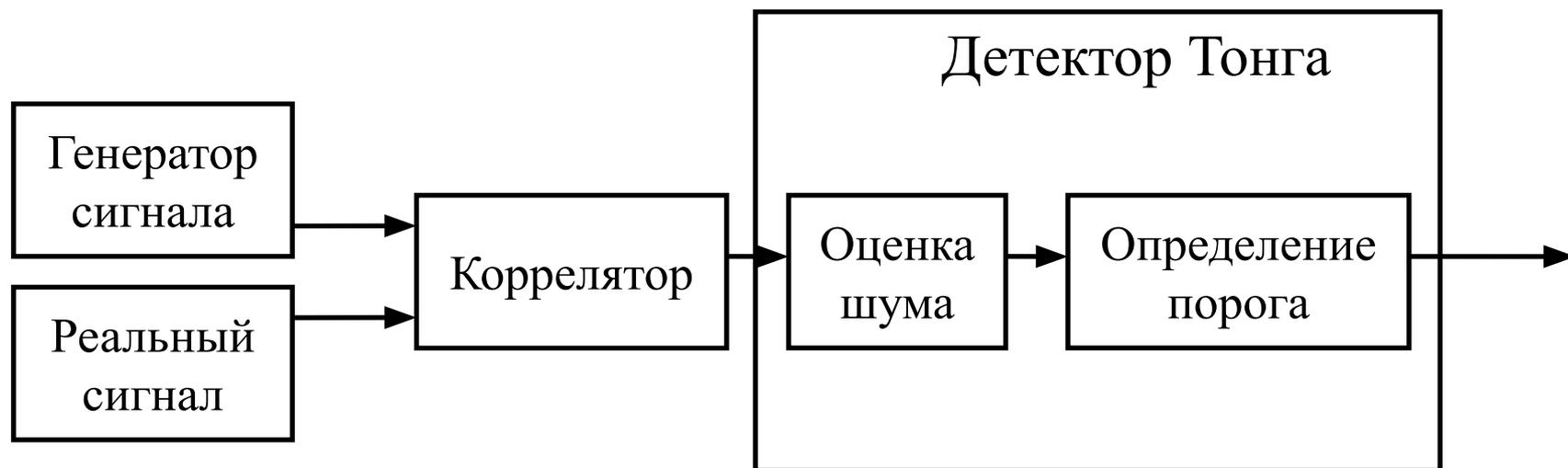
$$\hat{\sigma}_\gamma^2 = \hat{\sigma}_x^2 \cdot \sigma_h^2 - \hat{\sigma}_y^2 \cdot \frac{N}{(N-1)\sigma_h^2}$$

- алгоритм оценки шума

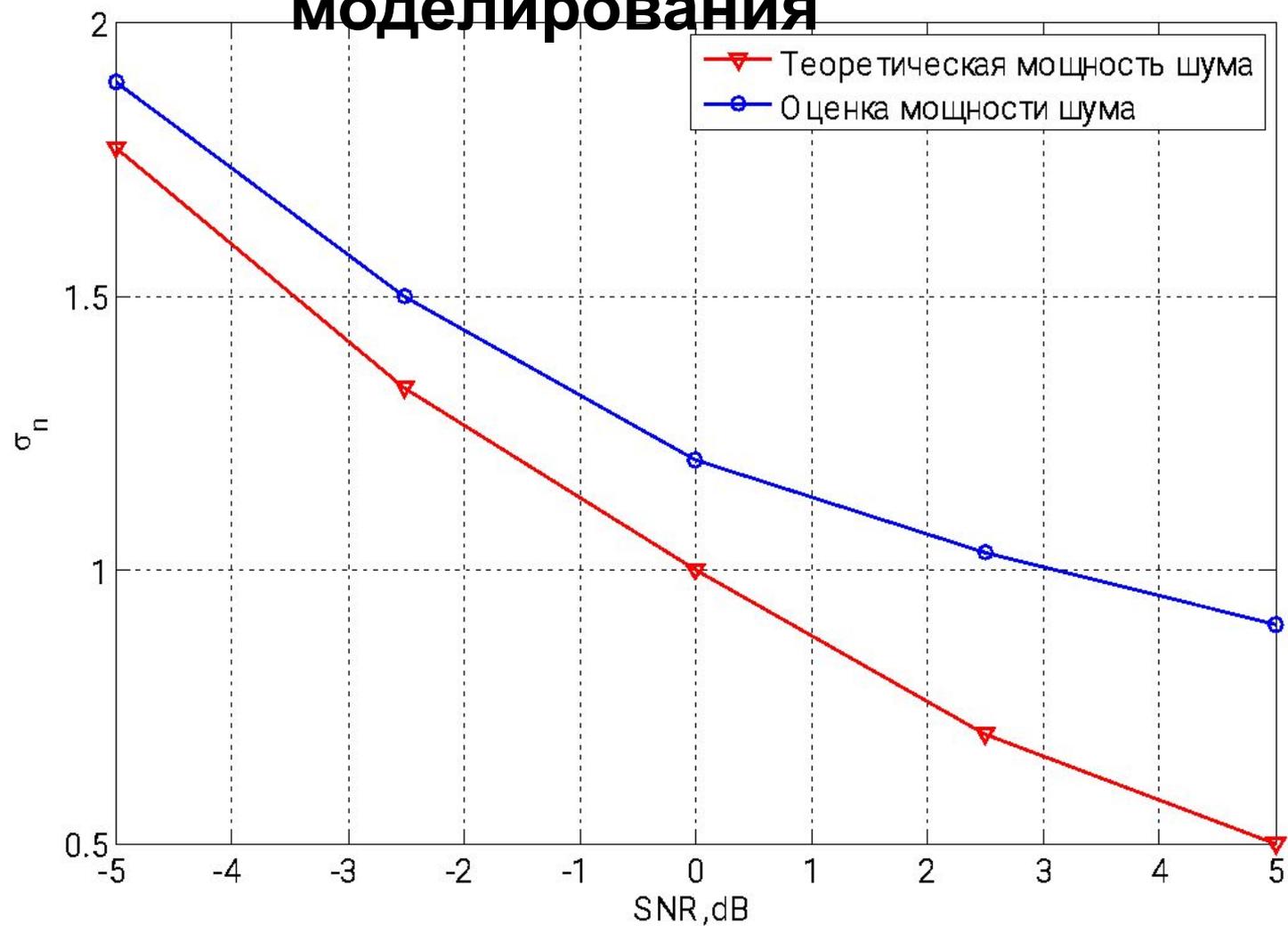
Адаптивная схема коррелятора



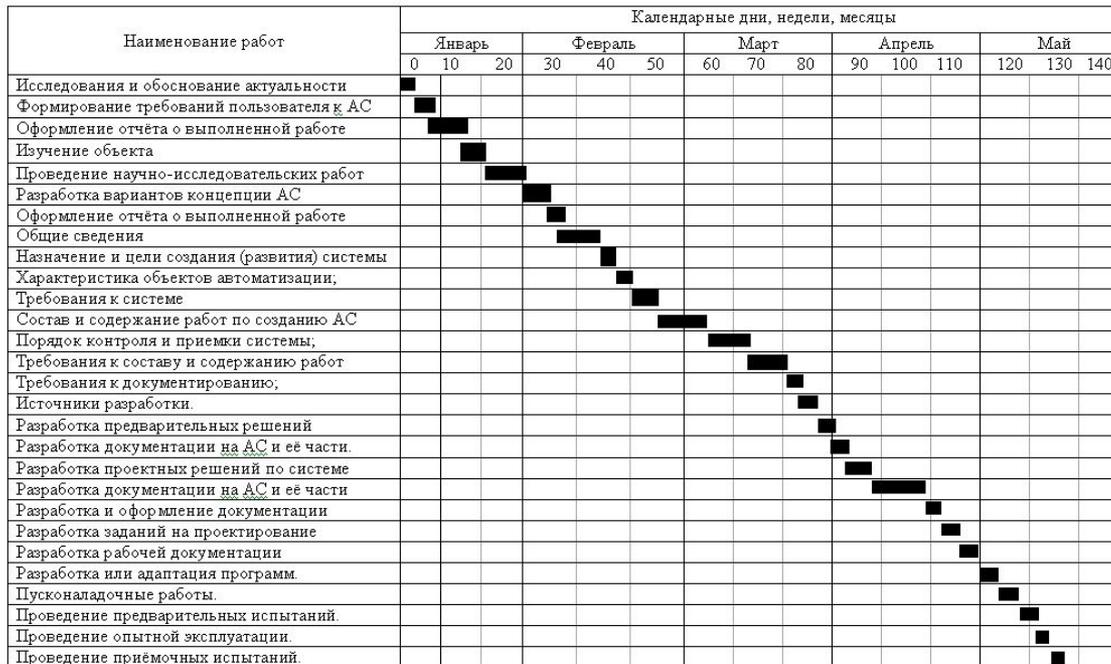
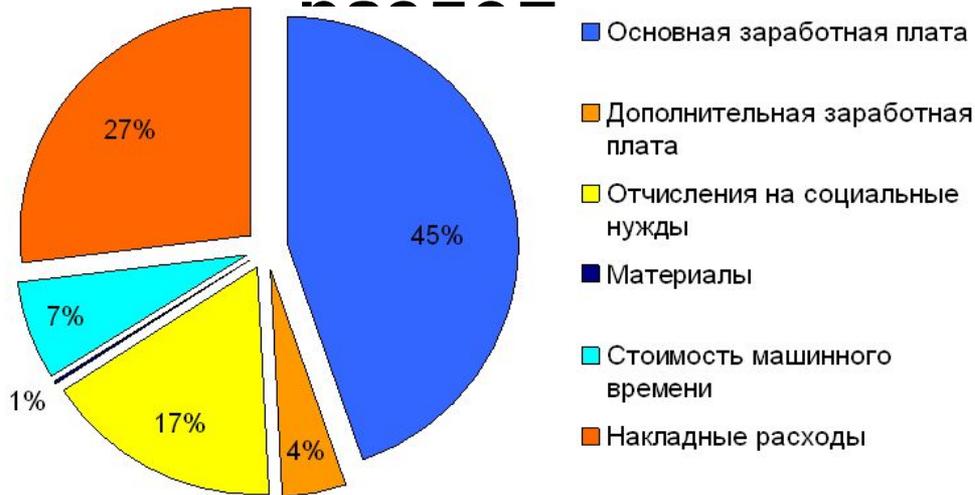
Структура разработанных программных средств



Результаты моделирования



Организационно-экономический



Наименование показателя	Единица измерения	Проектный вариант
1	2	3
Язык программирования	—	MatLab
Среда разработки	—	MatLab 2010
Операционная система	—	Windows 7
Использованные технические средства		
Персональный компьютер	—	Intel Pentium III 3000 МГц, RAM 2 ГЕ, DDR2-800, 300 Гб HDD, USB-портов 6
Принтер	—	HP DeskJet 3940
Количество исследователей	чел	1
Продолжительность проведения исследования	календарных дней	130
Трудоемкость проведения исследования	чел-дней	85
Затраты на проведение исследования	руб	296426
В ТОМ ЧИСЛЕ		
Стоимость расходных материалов	руб	621
Основная заработная плата	руб	132500
Дополнительная заработная плата	руб	13250
Отчисления на социальные нужды	руб	49555
Накладные расходы	руб	79500
Стоимость машинного времени	руб	21000

Выводы

- Разработанный алгоритм оценки шума позволяет организовать адаптивную процедуру выбора порога детектирования
- Разработанные программные средства могут использоваться для построения эффективной процедуры детектирования сигнала с расширенным спектром в широком диапазоне изменения отношения сигнал/шум



**Благодарю за
внимание!**

