



Ярославский государственный  
университет им. П.Г. Демидова  
физический факультет,  
кафедра динамики электронных систем

---

## Исследование влияния помех на навигационные системы с помощью имитационной модели

Белоус Виталий Валерьевич  
гр. РТ-41

Научный руководитель: доц. к.т.н., Кротова.Е.И

---

Ярославль – 2015

# Цель работы

- Исследование синхронизации цифровых систем связи по сигналам спутниковых радионавигационных систем

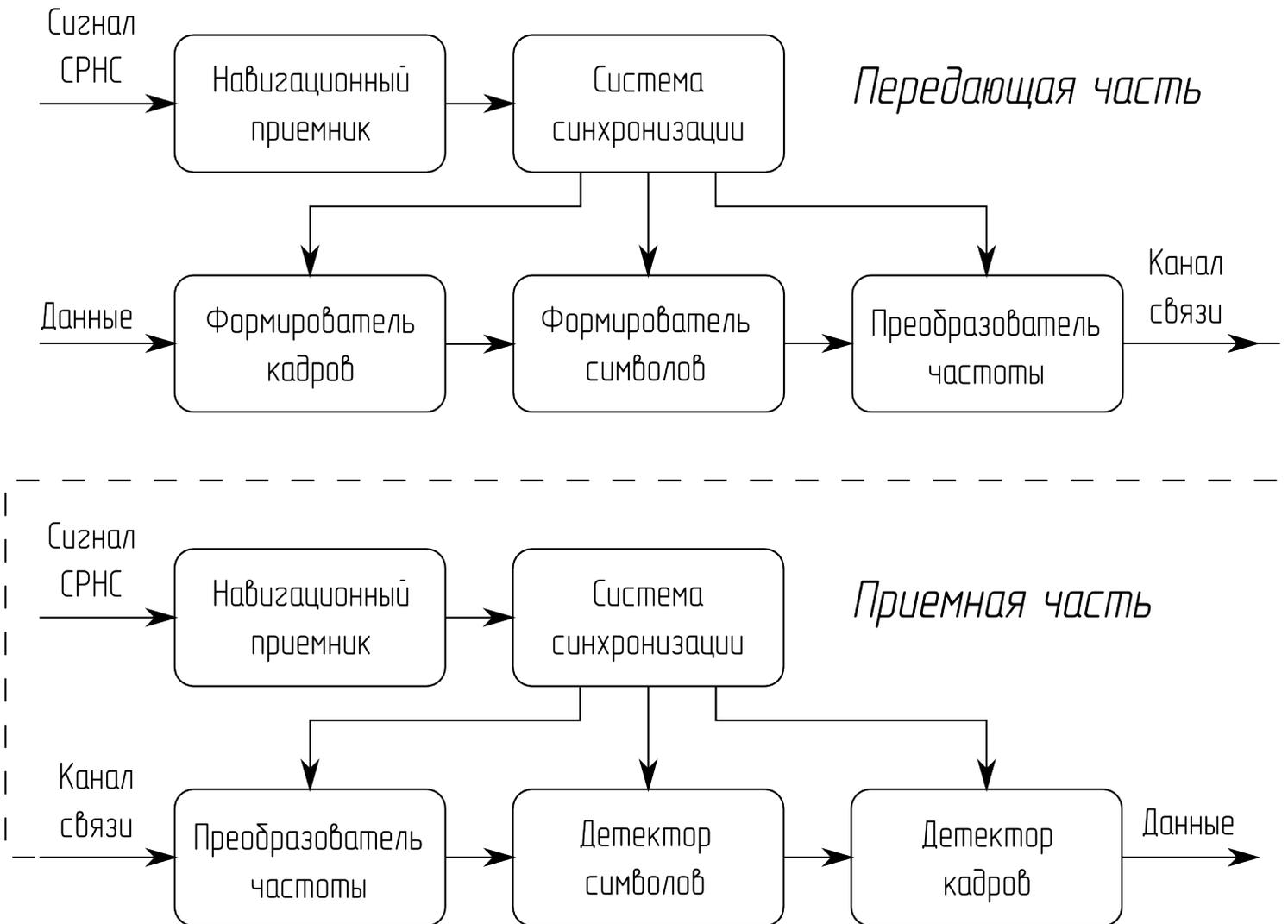
# Решаемые задачи

- Рассмотреть системы синхронизации радионавигационных систем
- Создать модель приемопередатчика в Simulink
- Анализировать экспериментальные данные

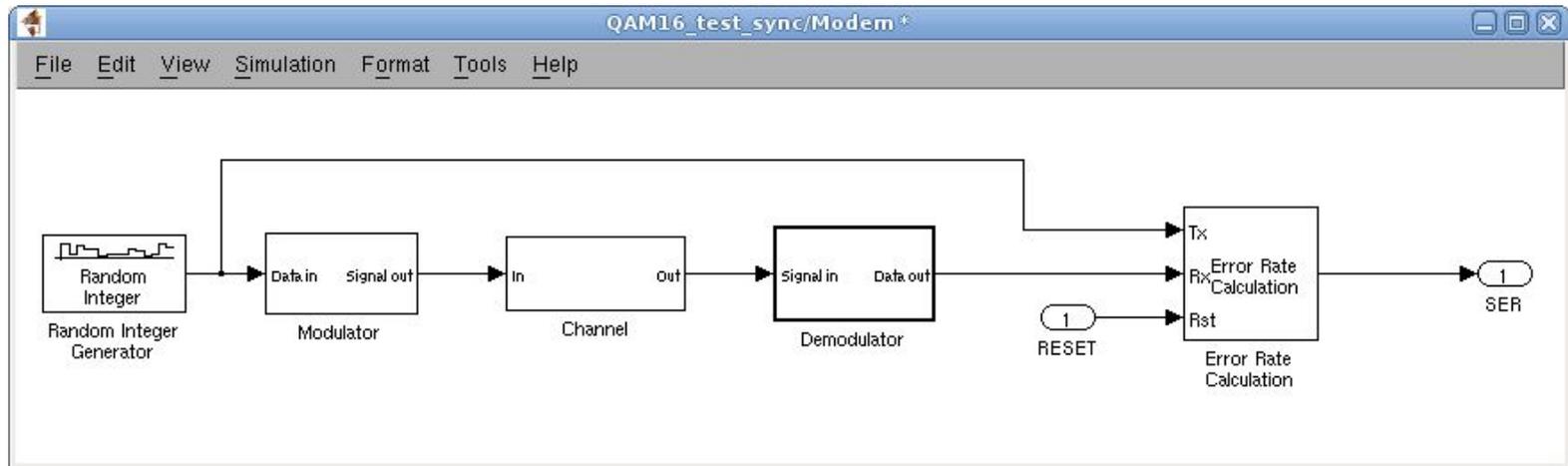
# Системы синхронизации

- системы синхронизации по несущей частоте (ССН)
- системы тактовой синхронизации (СТС)
- системы словной синхронизации (ССС)
- системы кадровой синхронизации (СКС)

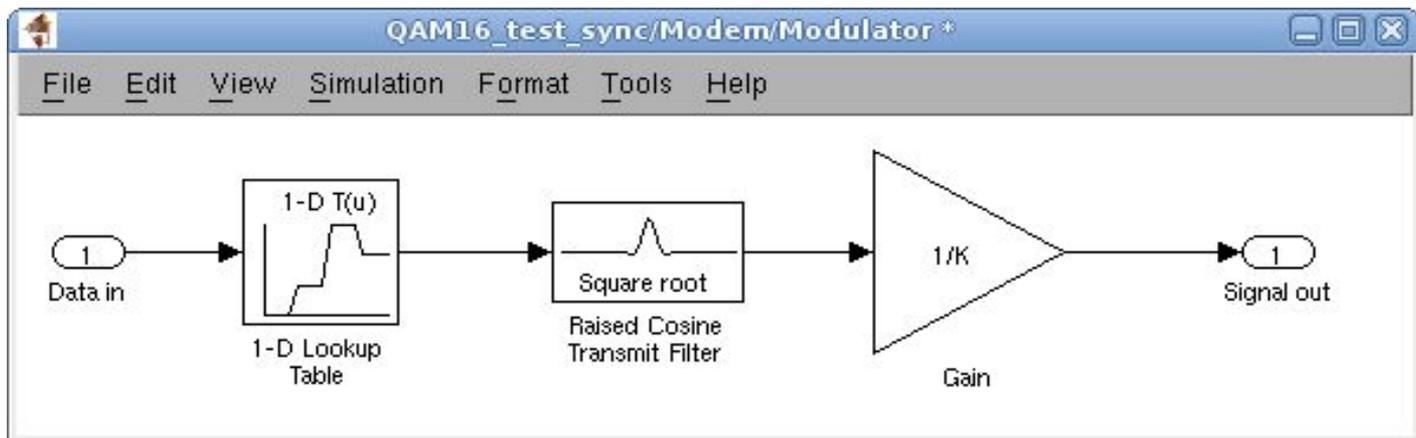
# Структурная схема синхронизированной системы связи



# Модель приемопередатчика в Simulink



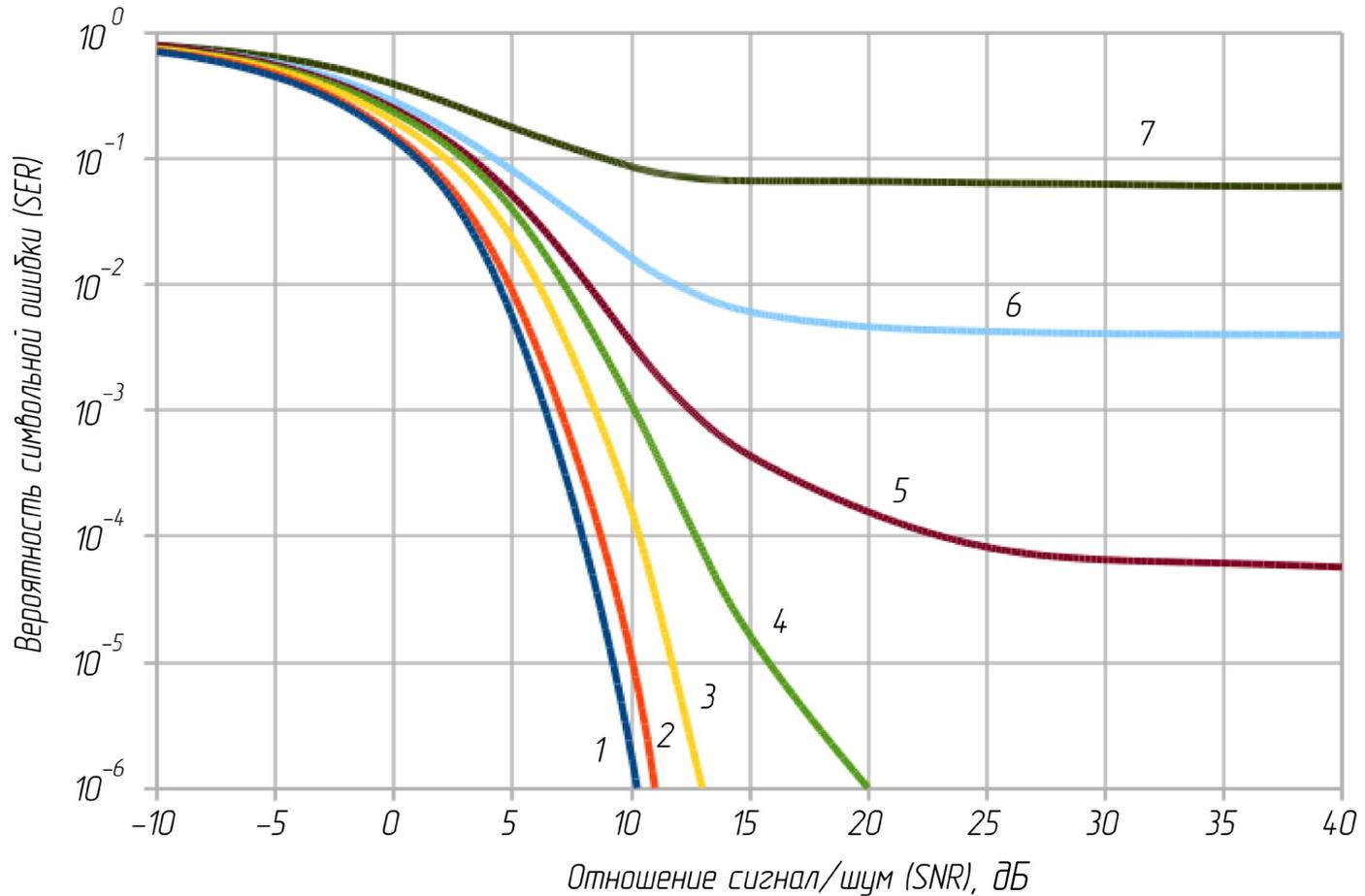
# Формирователь комплексной огибающей сигнала в Simulink



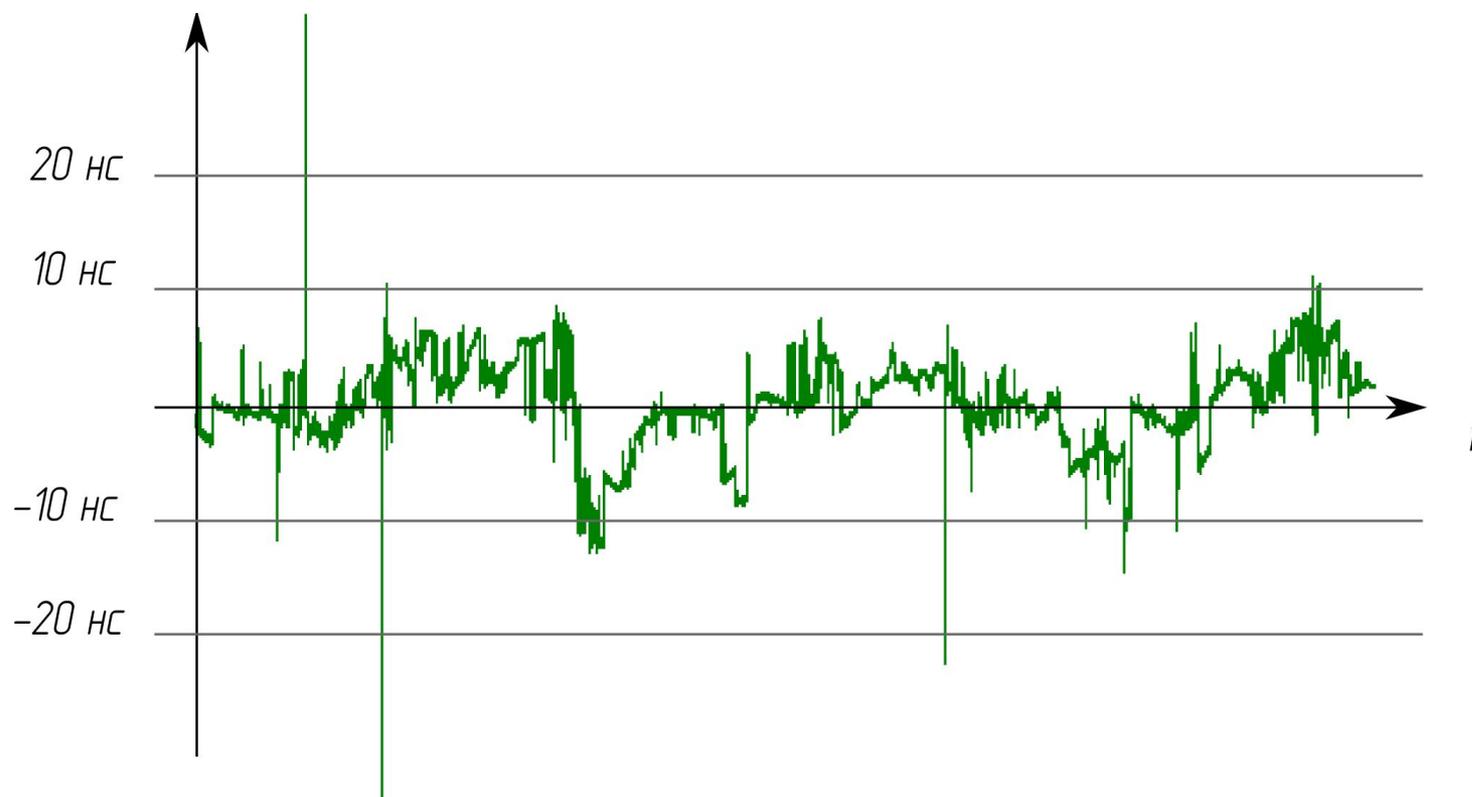
# Зависимости вероятности символьной ошибки от отношения сигнал/шум

при различном сдвиге временных шкал передатчика и приемника для модуляции КАМ16:

$$\begin{aligned} 1 - \pm\Delta T = 0; & \quad 2 - \pm\Delta T = T_s/16; & \quad 3 - \pm\Delta T = T_s/8; & \quad 4 - \pm\Delta T = T_s/5; \\ 5 - \pm\Delta T = T_s/4; & \quad 6 - \pm\Delta T = T_s/3; & \quad 7 - \pm\Delta T = T_s/2 \end{aligned}$$



## Разность временных шкал двух навигационных приемников ГЛОНАСС за период времени ~1 час



## Потери в канале связи, вызванные относительной ошибкой синхронизации временных шкал приемника и передатчика

Скорость передачи данных, МБод	Потери, дБ
3,125	1
6,25	3
10	7
Передача с заданной вероятностью символьной ошибки и с более высокой скоростью невозможна	-

Как видно из таблицы, современные радионавигационные системы способны обеспечить синхронность работы высокоскоростных цифровых систем передачи данных при приемлемом уровне потерь

# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Рассмотрены системы синхронизации радионавигационных систем
- Создана модель приемопередатчика в Simulink
- Анализированы экспериментальные данные