



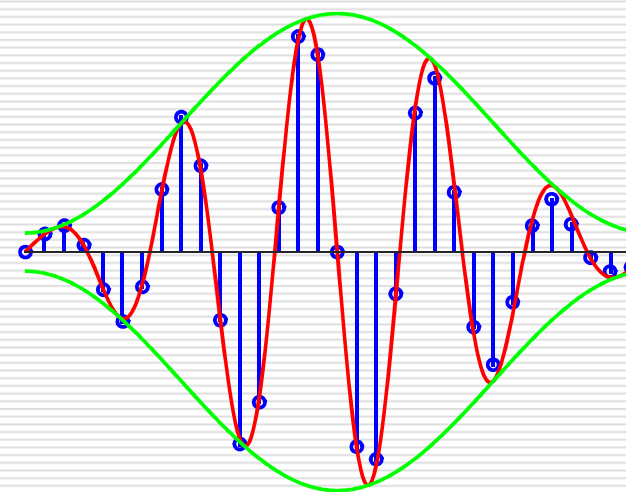
*Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»
Кафедра теоретических основ
радиотехники*



ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

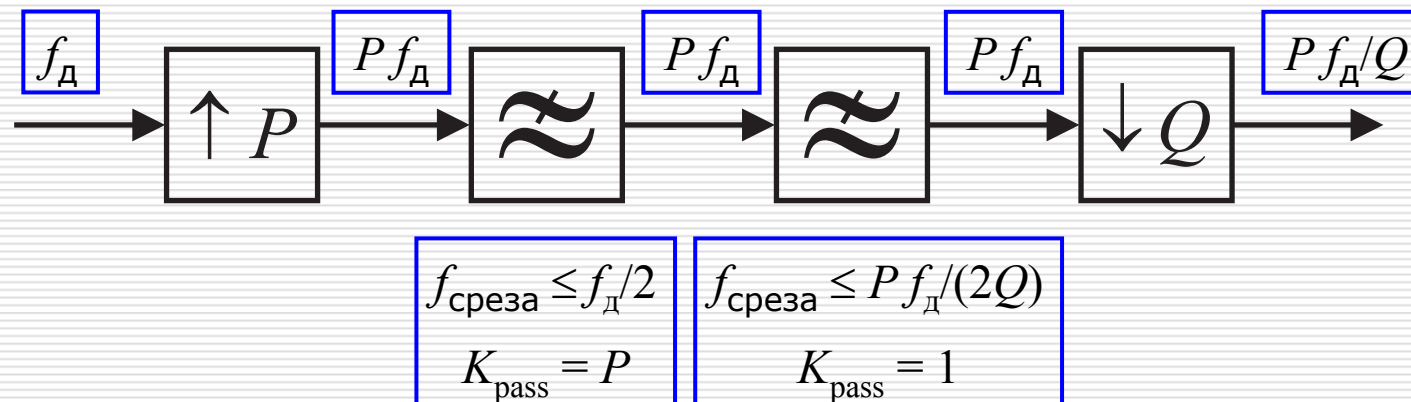
Тема 6

Многоскоростная обработка сигналов (Лекция 2)



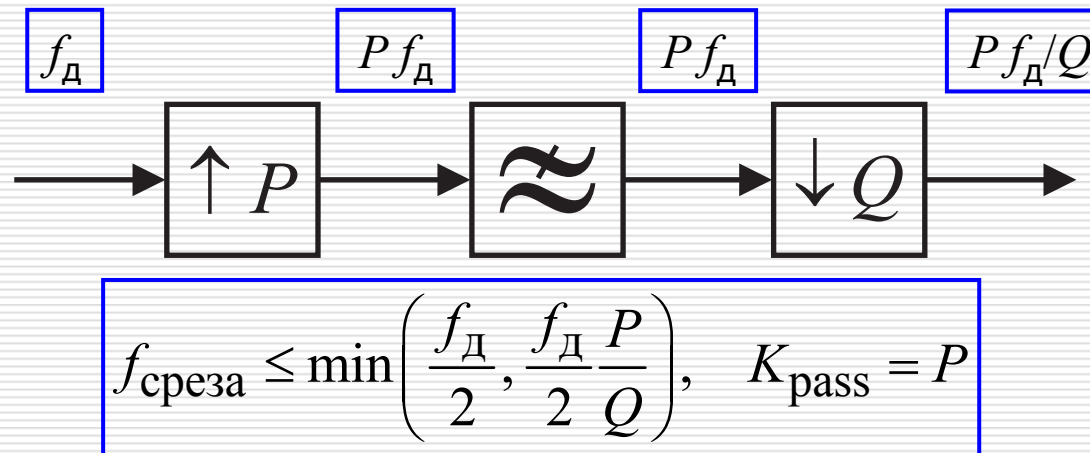
Передискретизация (Resampling)

- Коэффициент изменения частоты дискретизации — рациональная дробь P/Q
 - Сочетание интерполяции и прореживания
 - Сначала повышаем частоту дискретизации в P раз
 - Затем понижаем частоту дискретизации в Q раз



Передискретизация (Resampling)

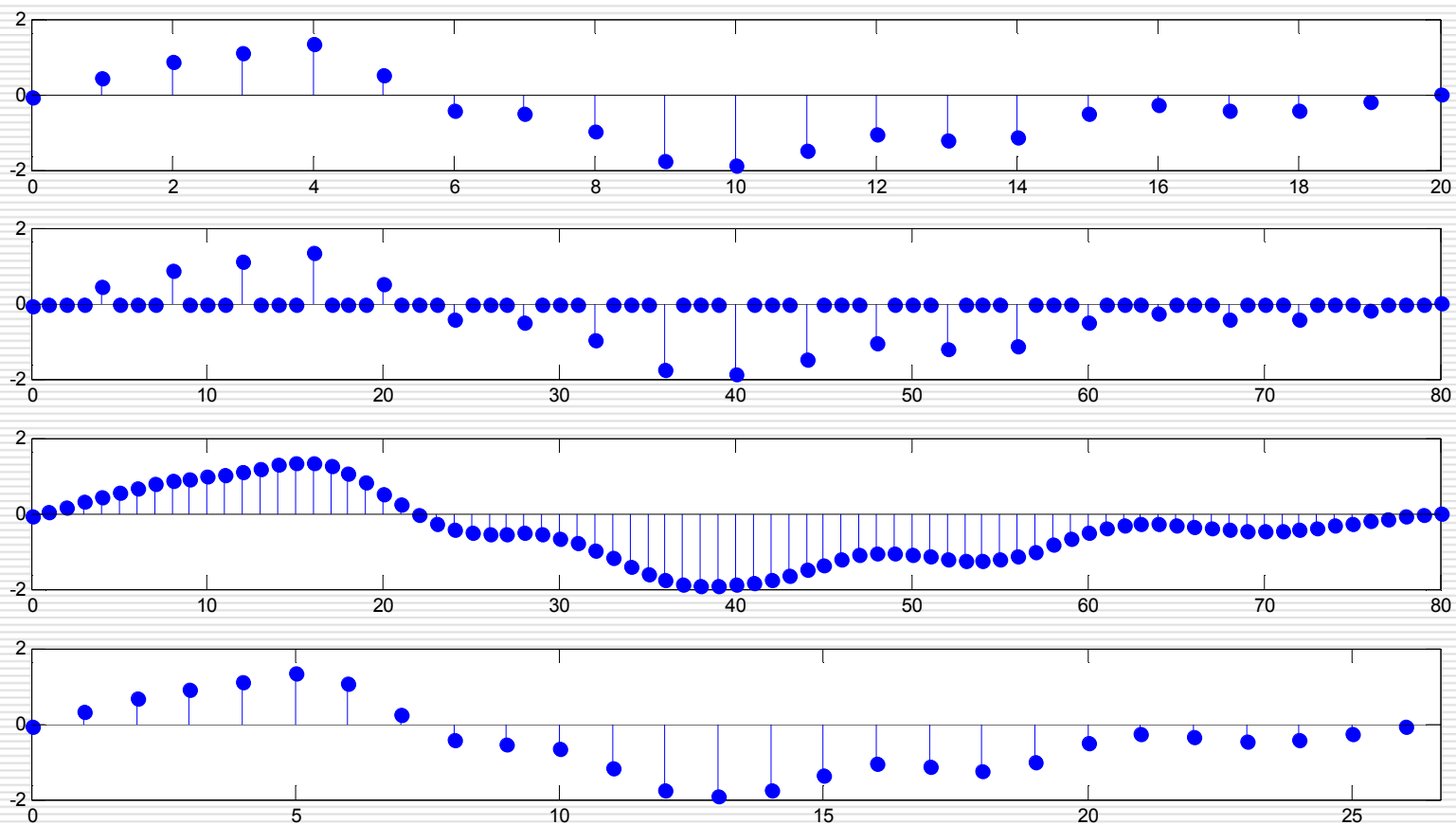
- Объединяем два ФНЧ



- Возможны оба способа экономии:
 - Вычисление только нужных выходных отсчетов
 - Игнорирование операций с нулевыми отсчетами

Передискретизация (Resampling)

$P=4,$
 $Q=3$



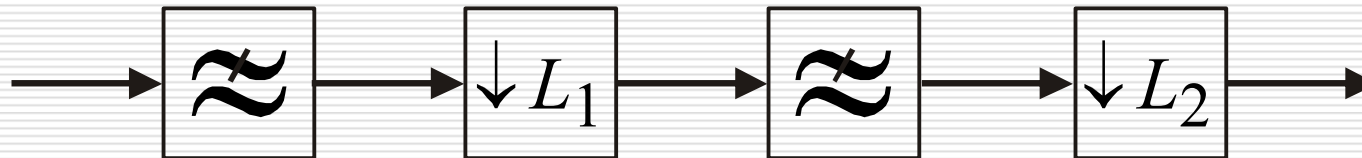
Многокаскадная реализация интерполяции и прореживания

□ Во всех схемах:

- ФНЧ работает на *самой высокой* из частот дискретизации
- Частота среза ФНЧ определяется *самой низкой* из частот дискретизации
- Если коэффициент изменения частоты дискретизации $\gg 1$, нормированные частота среза и ширина переходной зоны будут *очень низкими*
- Порядок фильтра окажется *очень высоким*

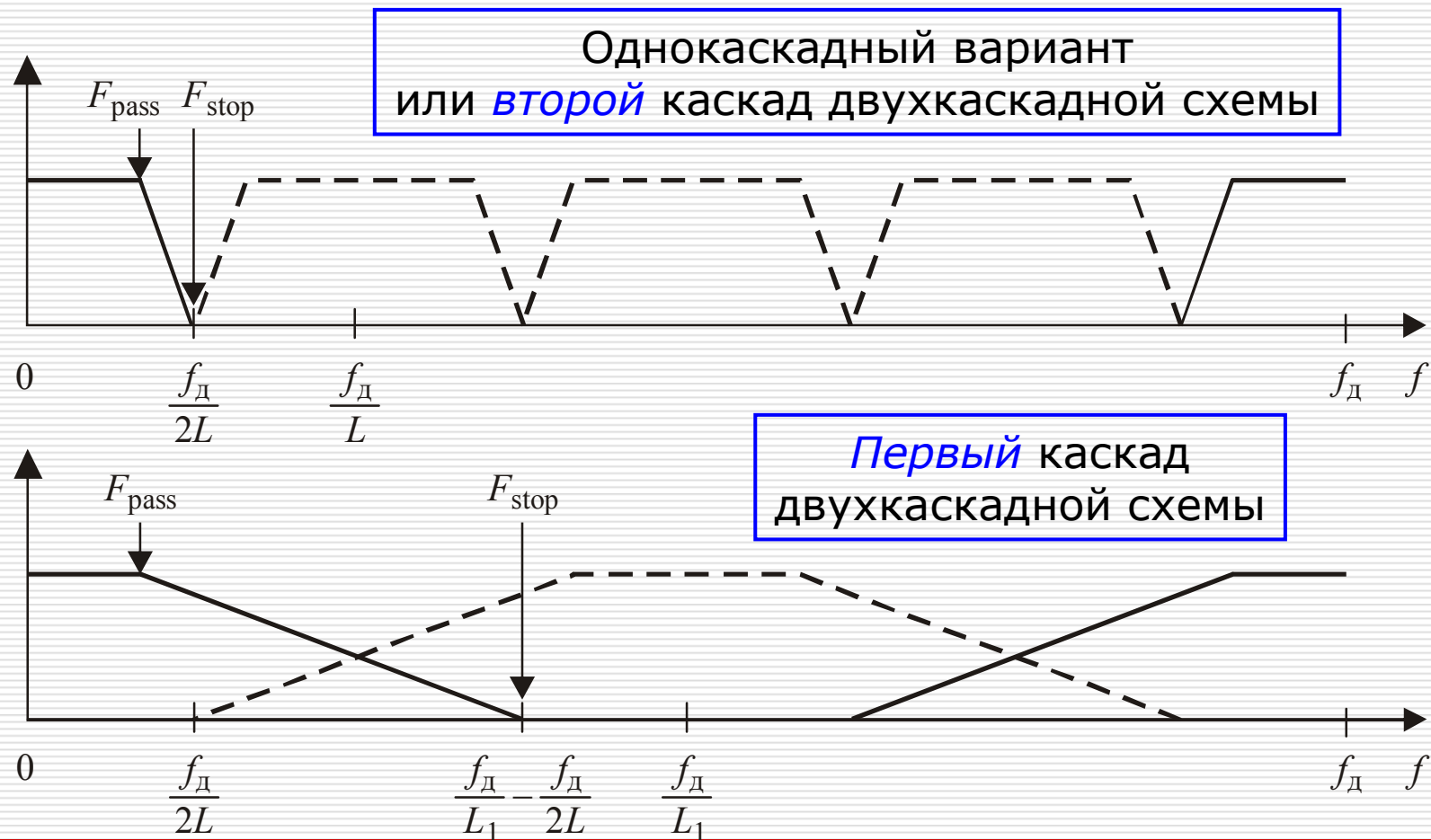
Многокаскадная реализация интерполяции и прореживания

- Если $L = L_1 L_2$, можно разбить преобразование на несколько каскадов



- *Несколько* ФНЧ работают на *разных* частотах дискретизации
 - Ширина переходной зоны у разных фильтров *разная*
 - Порядок фильтров оказывается *меньше*, чем при однокаскадной реализации

Многокаскадная реализация: требования к фильтрам



Многокаскадная реализация интерполяции и прореживания

- Критерий оптимизации разделения на каскады (если есть несколько вариантов)

- Для *программной* реализации:
минимальное число операций в единицу времени

- Для двух каскадов:

$$L_{1 \text{ опт}} \approx \frac{2L \left(\sqrt{L \frac{F}{2-F}} - 1 \right)}{F(L+1) - 2}, \quad L_{2 \text{ опт}} \approx \frac{L}{L_{1 \text{ опт}}}$$

F — ширина переходной зоны, нормированная
к ее верхней границе

- Для *аппаратной* реализации:
минимальный суммарный порядок фильтров

Многокаскадная реализация прореживания: пример

- ❑ Исходная частота дискретизации: 400 кГц
- ❑ Максимальная частота в спектре полезного сигнала: 1,8 кГц
- ❑ Новая частота дискретизации: 4 кГц
 - Понижение в 100 раз
- ❑ Однокаскадная реализация:
 - ФНЧ работает на частоте дискретизации 400 кГц
 - Конец полосы пропускания: $F_{\text{pass}} = 1,8 \text{ кГц}$
 - Начало полосы задерживания: $F_{\text{stop}} = 2,0 \text{ кГц}$
 - ❑ Оценка порядка фильтра будет показана на лекции

Многокаскадная реализация прореживания: пример

□ Двухкаскадная реализация:

■ Возможные варианты:

- $100 = 50 \times 2$
- $100 = 25 \times 4$
- $100 = 20 \times 5$
- $100 = 10 \times 10$
- $100 = 5 \times 20$
- $100 = 4 \times 25$
- $100 = 2 \times 50$

Важно: от ФНЧ первого каскада требуется только подавление возможных ложных частот в *ВЫХОДНОЙ* рабочей полосе (0...2 кГц)

■ Оценка порядка фильтров и выбор оптимального варианта будут показаны на лекции

Многокаскадная реализация прореживания: пример

L_1	L_2	N_1	N_2	$N_1 + N_2$	млн. оп./сек.
50	2				
25	4				
20	5				
10	10				
5	20				
4	25				
2	50				

Таблица будет заполнена на лекции