

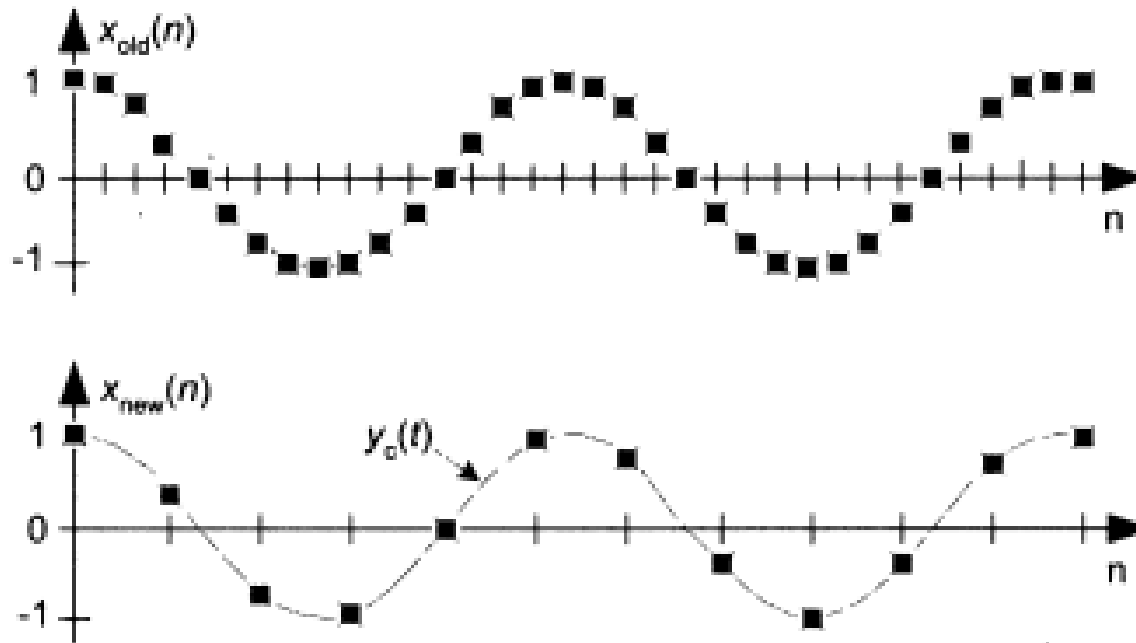
Преобразование частоты дискретизации

Децимация и интерполяция

Преобразование частоты дискретизации

Понижение частоты дискретизации в целое число раз - прореживание или децимация.

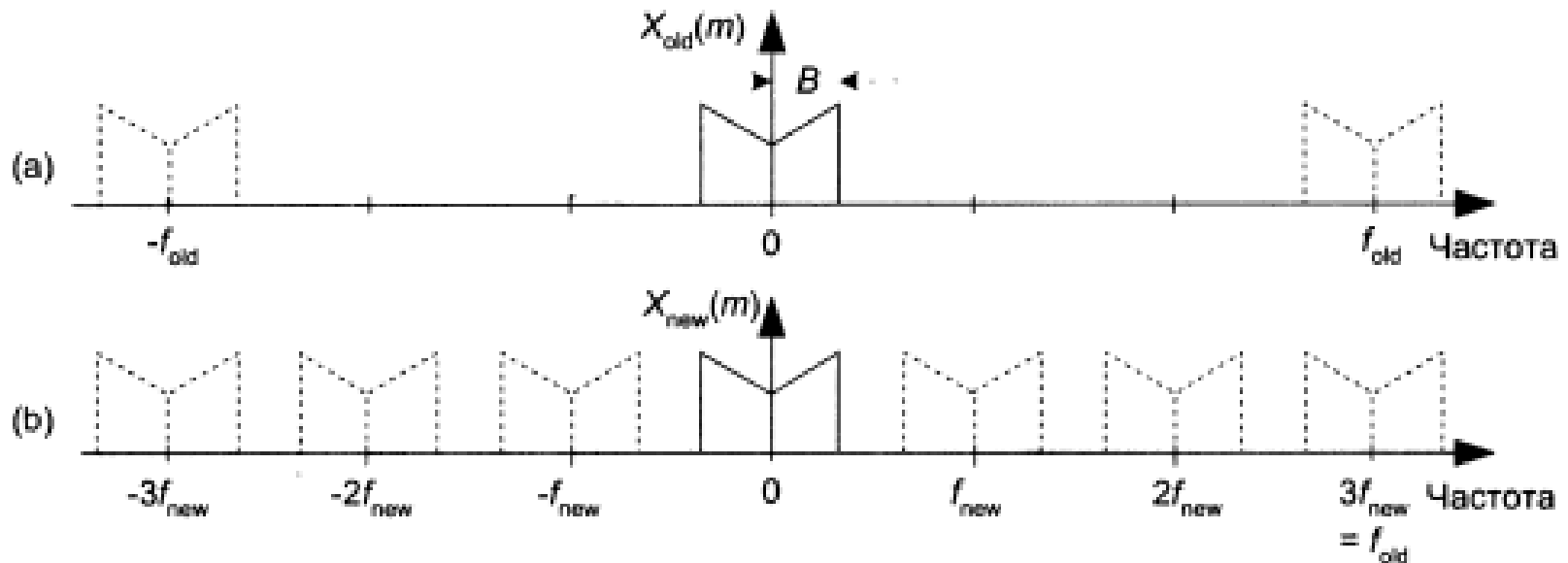
$$F_{new} = \frac{F_{old}}{D}$$



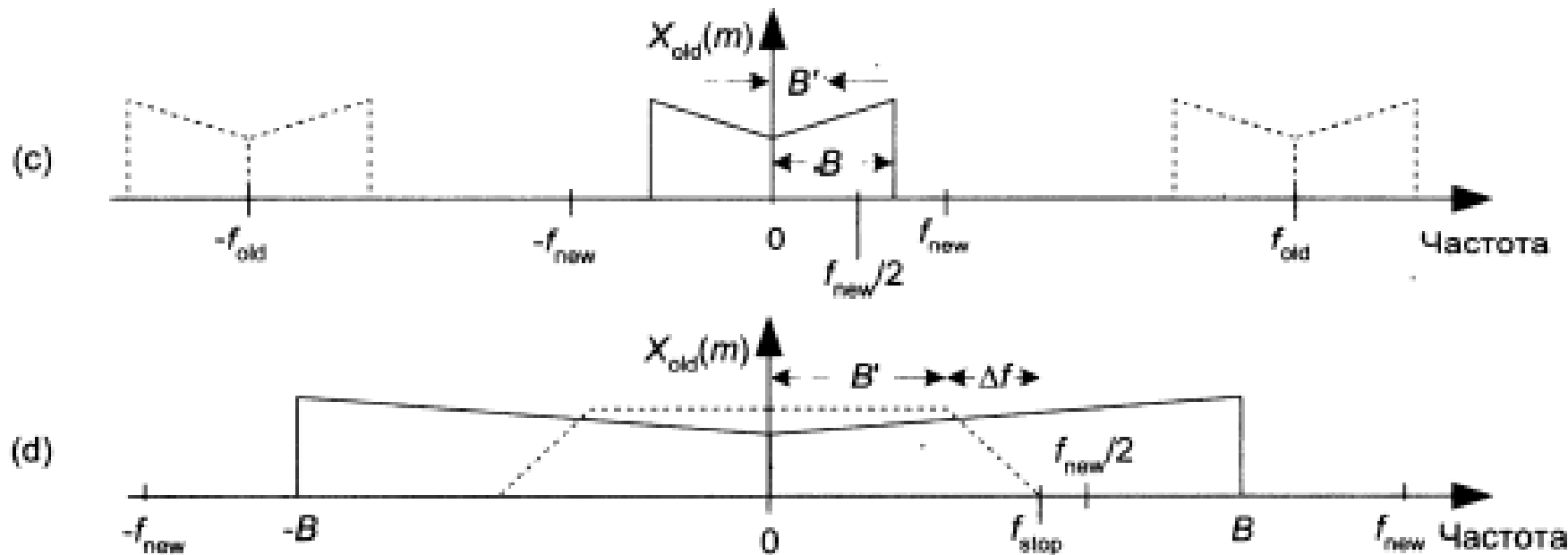
Максимальное значение коэффициента децимации ограничено шириной спектра исходного сигнала.

$$F_{new} \geq 2B$$

Нельзя допустить наложения спектра после прореживания.



Если исходный сигнал имеет полосу **B**, а нас интересует меньший диапазон частот **b**, то мы должны ослабить частоты в переходной области и подавить частоты выше *fstop*.



Количество отсчетов прореживающего КИХ фильтра при однокаскадной реализации

$$N = \frac{k \cdot F_{old}}{f_{stop} - B^*} = \frac{k \cdot F_{old}}{\Delta F} \quad 2 < k < 3$$

При реализации прореживающего КИХ фильтра задвигаем в него сразу D входных отсчетов и вычисляем один выходной

Прореживание сохраняет амплитуду во временной области.

Прореживание снижает количество отсчетов во временной области, которые нужно обработать, а значит, требуемую вычислительную мощность, энергопотребление, стоимость.

Если коэффициент децимации большой, а переходная полоса маленькая, требуется ФНЧ с большим количеством отсчетов ИХ.

Для понижения частоты 400 до 4 кГц с выделением сигнала полосой до 1.8кГц одним каскадом потребуется 4000 отсчетов.

$$N = \frac{2 \cdot 400}{2 - 1.8} = \frac{800}{0.2} = 4000$$

Для снижения сложности используется два каскада.

При двухкаскадной схеме оптимальное значение коэффициента первой ступени выбирается целое число, ближайшее к значению

$$D_1^* \approx \frac{2D \left(1 - \sqrt{\frac{DF}{2-F}} \right)}{2 - F(D+1)}$$

$$F = \frac{\Delta F}{f_{stop}} = \frac{\Delta F}{f_{new} / 2}$$

$$F = \frac{\Delta F}{f_{stop}} = \frac{\Delta F}{f_{new} / 2} = \frac{2 - 1.8}{2} = 0.1$$

$$D_1^* \approx \frac{2 \cdot 100 \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{100 \cdot 0.1}{2 - 0.1}}\right)}{2 - 0.1(100 + 1)} = 31.96$$

Ближайший целый делитель 100 равен 25

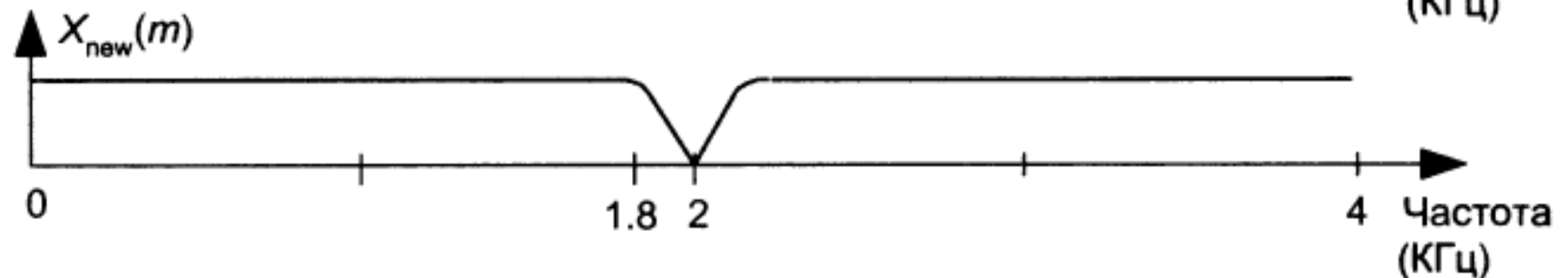
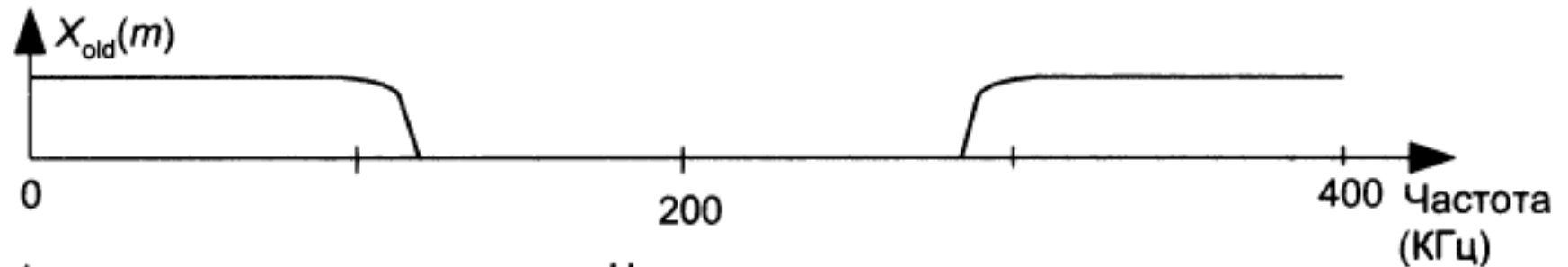
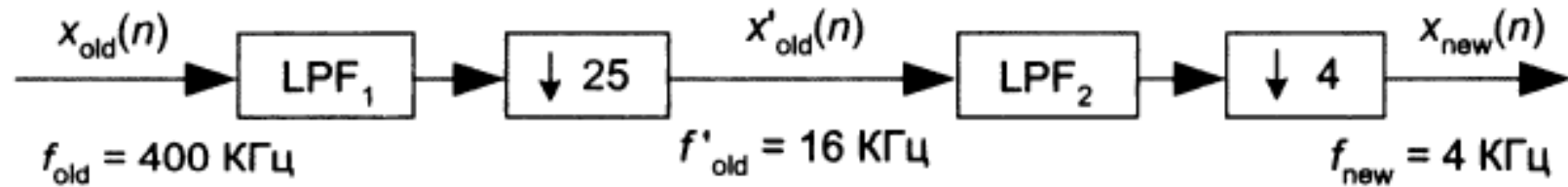
$$F_{old} = 400 \quad F_{пром} = \frac{400}{25} = 16 \quad F_{пром} = \frac{16}{4} = 4$$

Значит промежуточная частота 16 кГц, а f_{stop} 8 кГц

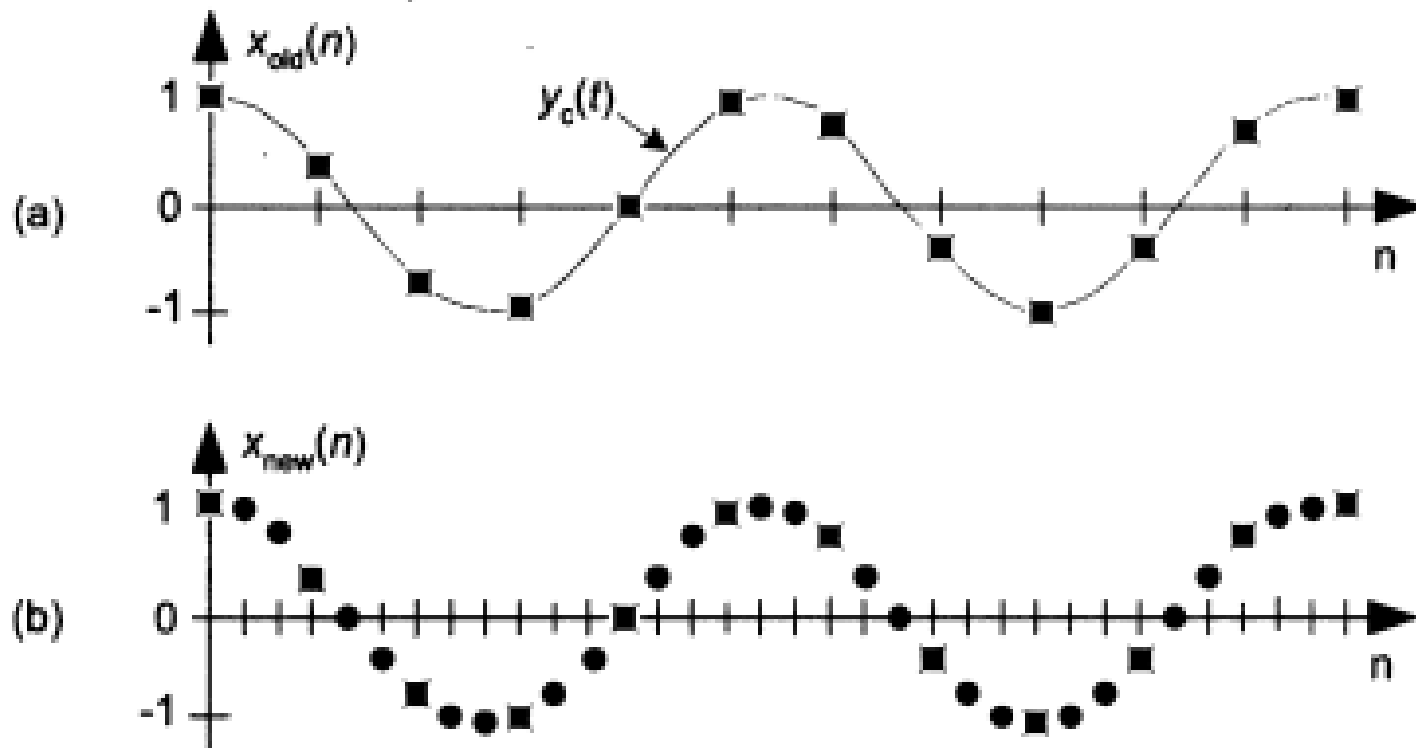
$$N_1 = \frac{2 \cdot 400}{8 - 1.8} = 129 \quad N_2 = \frac{2 \cdot 16}{2 - 1.8} = 160$$

В оптимальной двухкаскадной схеме с коэффициентами 25×4, 129+160=289 ответвлений.

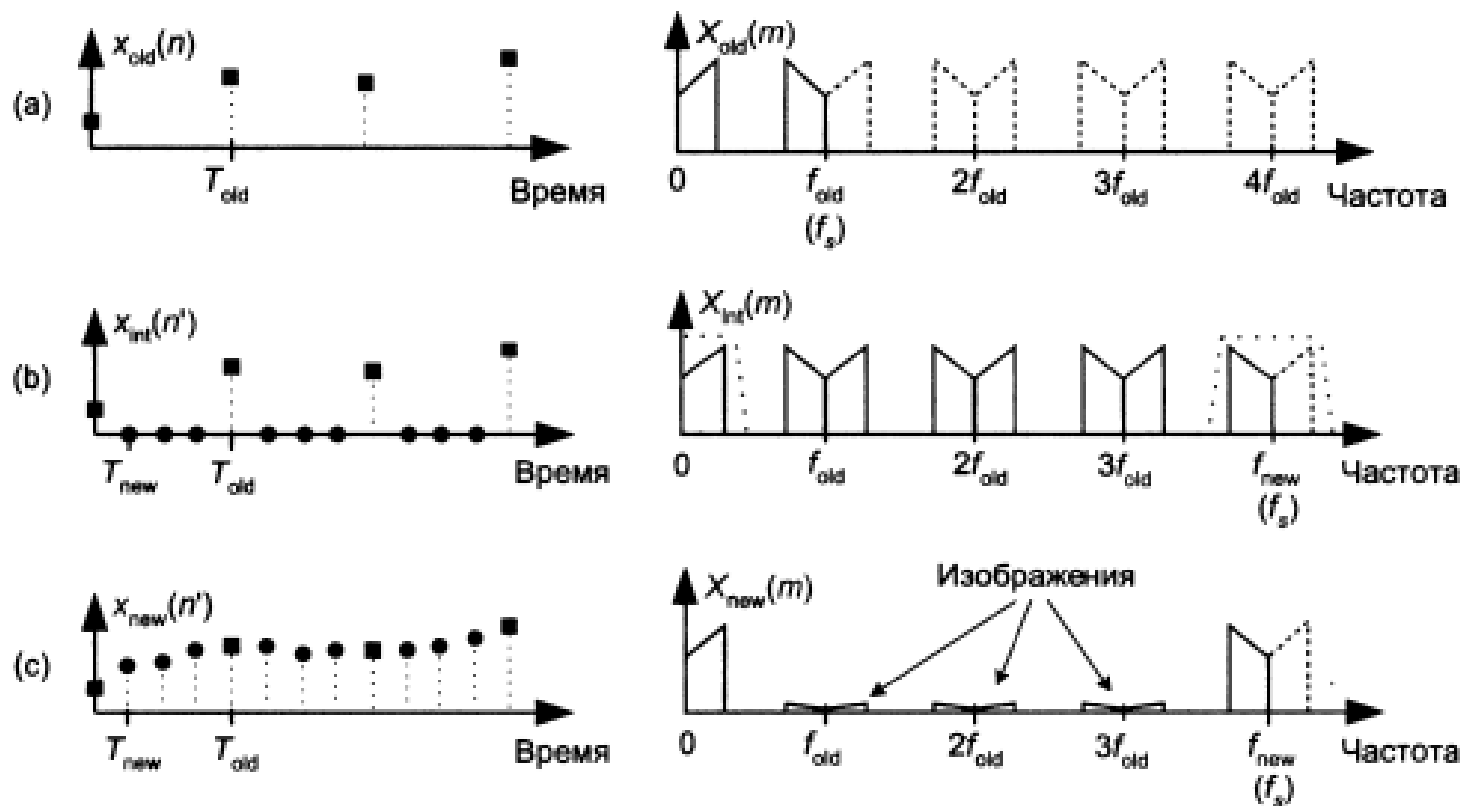
Спектры сигналов и АЧХ фильтров



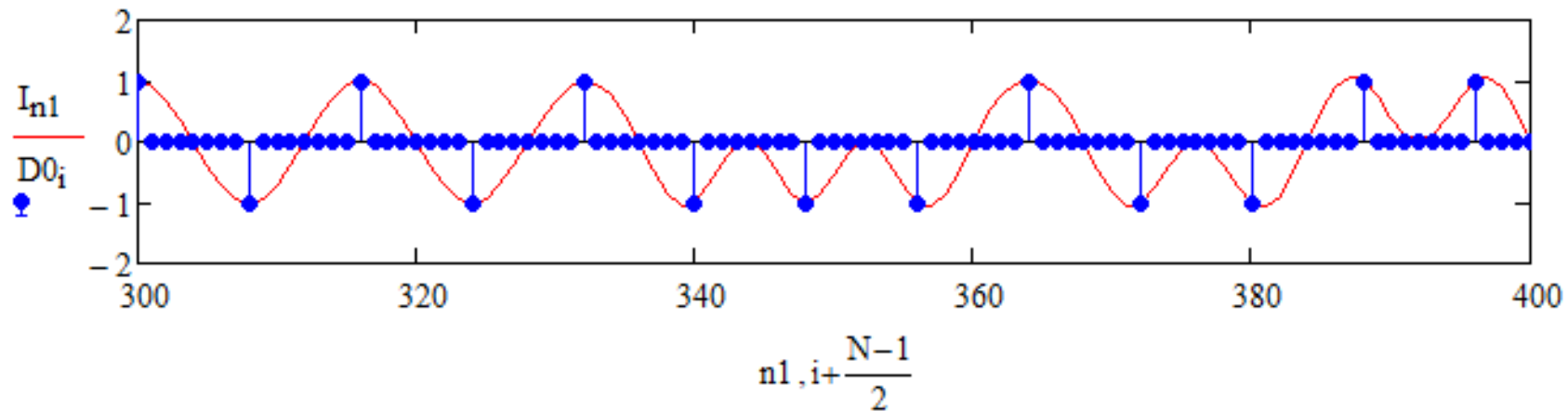
Интерполяция – повышение частоты дискретизации



Пример интерполяции в 4 раза



Добавляем три нуля между исходными отсчетами и подавляем ФНЧ промежуточные изображения спектра. Чем сильнее подавление изображений, тем точнее интерполяция



Из-за внедрения нулей интерполяция приводит к потере амплитуды в M раз.

Для получения единичного коэффициента, необходимо соответствующее усиление.

Объединяя интерполяцию и прореживание можно получить любой рациональный коэффициент преобразования

$$\frac{M}{D}$$