



«Методы и алгоритмы
цифровой обработки сигналов
на базе MATLAB»

*Дискретное преобразование
Фурье. Практическое
применение ДПФ*

Клионский Д.М. – к.т.н., доцент кафедры
математического обеспечения и применения ЭВМ (МОЭВМ)

ЭФФЕКТ РАСТЕКАНИЯ СПЕКТРА (1)

Растекание спектра – появление **дополнительных (побочных) составляющих** в спектральном составе последовательности (сигнала) при **вычислении ДПФ**.

Растекание спектра появляется в том случае, если на длительности сигнала укладывается **нецелое число периодов**.

Побочные спектральные составляющие **не имеют физического смысла**.

Эффект растекания спектра наблюдается в том случае, если хотя бы для одной дискретной гармоники **с частотой f_i** на длительности **NT** укладывается **нецелое число периодов T_i** .

Отношение **$P_i = NT / T_i$** представляет собой **нецелое число**.

ЭФФЕКТ РАСТЕКАНИЯ СПЕКТРА (2)

Частота гармоники $f_i = P_i \Delta f$ представляет собой **число, некрatное периоду дискретизации по частоте**.

В периодическом продолжении гармоники появятся **разрывы на границах периода последовательности** (это приводит к **расширению спектра**).

Эффект растекания спектра **принципиально неустраним** (если на длительности сигнала укладывается нецелое число периодов), но может быть **значительно уменьшен** путем применения **весовых функций (окон)**.

Окна – вещественные неотрицательные последовательности, максимальные в центре и монотонно спадающие к границам, что **ослабляет влияние разрывов** при периодическом продолжении.

УЛУЧШЕНИЕ РАЗЛИЧЕНИЯ ГАРМОНИК С БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫМИ ЧАСТОТАМИ (1)

Разрешение по частоте

$$\Delta f = f_{\text{д}} / N$$

Улучшение различения гармоник с близко расположенными частотами

$$\Delta f < |f_1 - f_2| < 2\Delta f$$

Дополнение исходной последовательности нулями

$$L \geq \frac{f_{\text{д}}}{|f_1 - f_2| - \Delta f}$$

1) Восстановление спектральной плотности с периодом дискретизации по частоте

$$\tilde{\Delta f} = f_{\text{д}} / L$$



УЛУЧШЕНИЕ РАЗЛИЧЕНИЯ ГАРМОНИК С БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫМИ ЧАСТОТАМИ (2)

5

2) По графику **модуля спектральной плотности** определение **ближайших пиков** с максимальными амплитудами на частотах, близких к f_1 и f_2 .

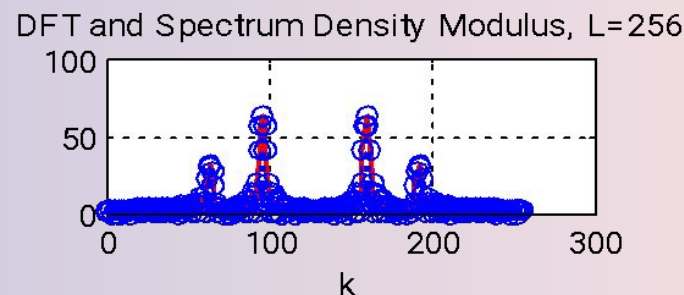
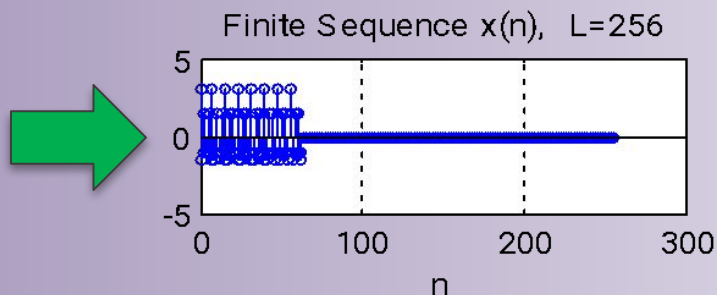
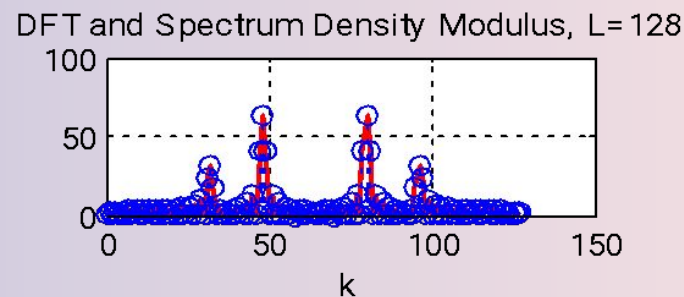
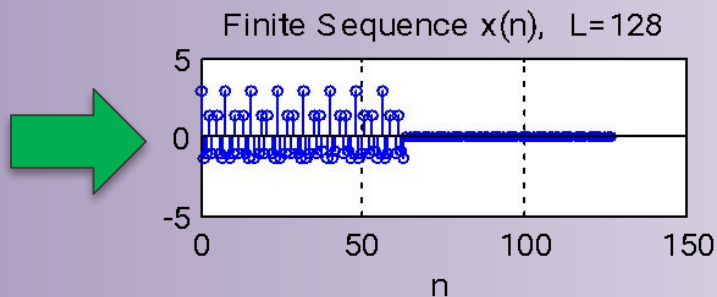
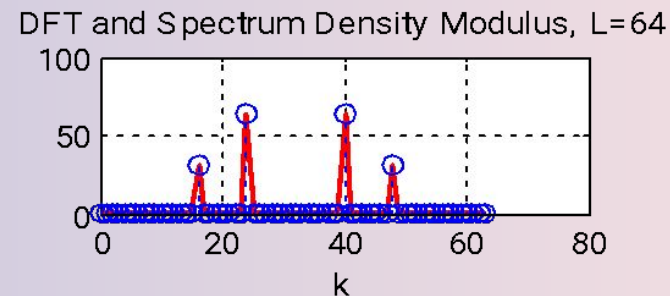
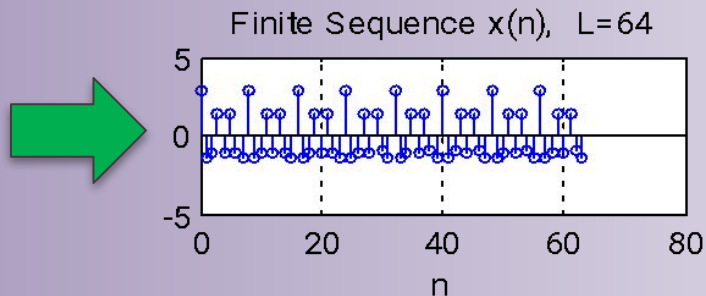
3) В общем случае частоты f_1 и f_2 могут быть не кратны новому периоду дискретизации и в этом случае они будут определяться **с погрешностью**.

**Применение MATLAB для улучшения различения гармоник
с близко расположенными частотами**

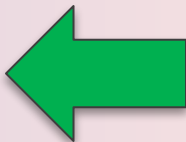
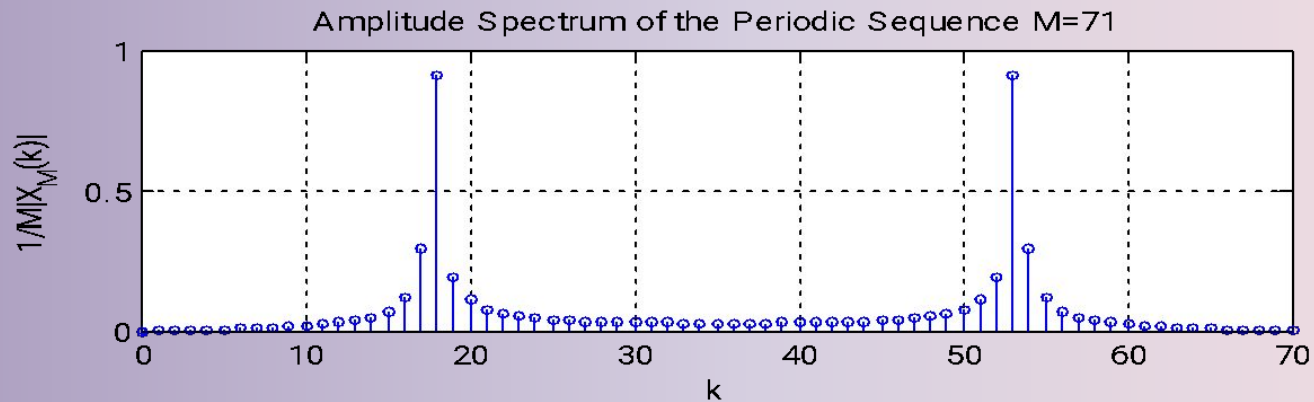
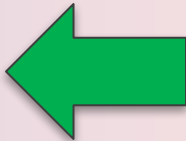
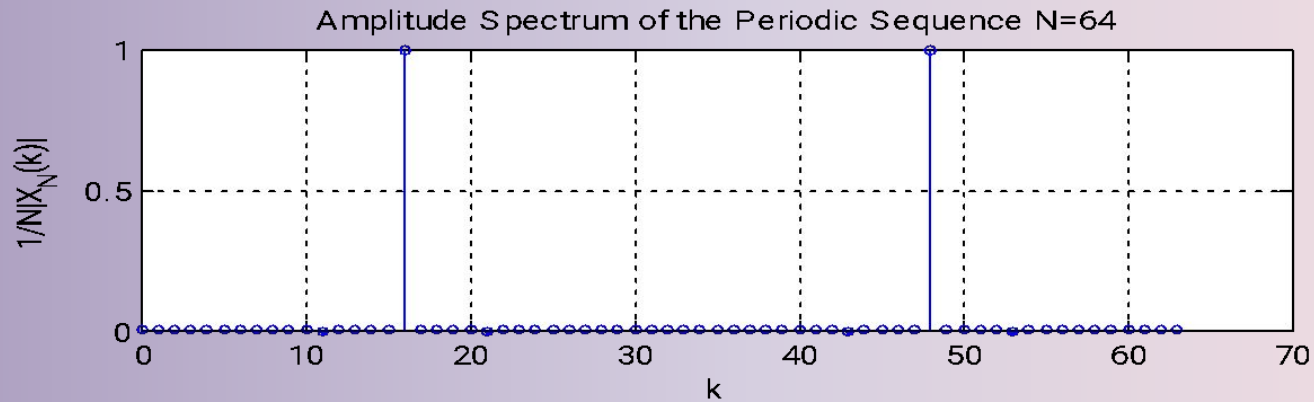
Функция **fft**: $X = \text{fft}(x, L)$.

L – длина последовательности после **автоматического дополнения нулями**.

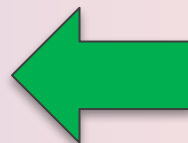
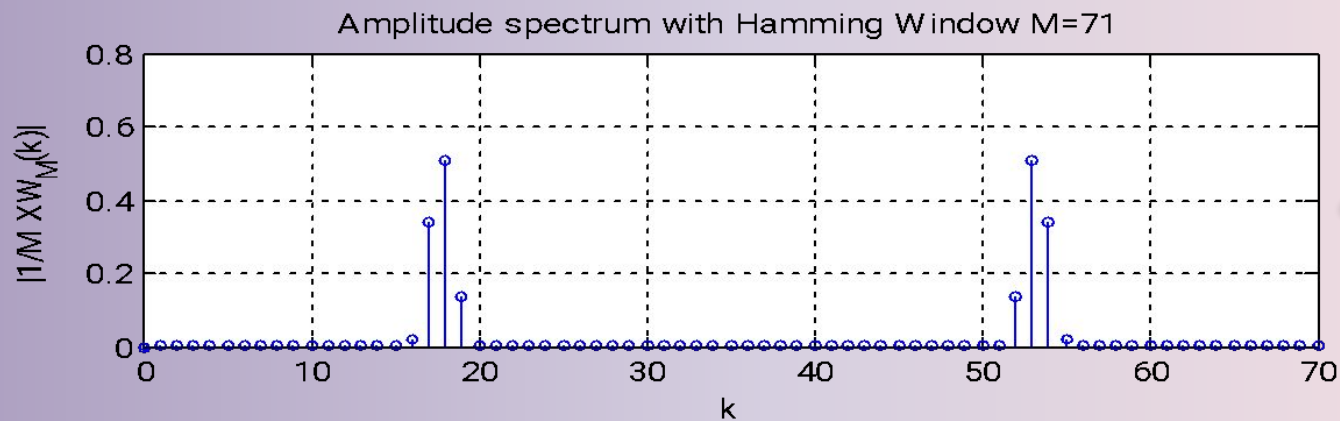
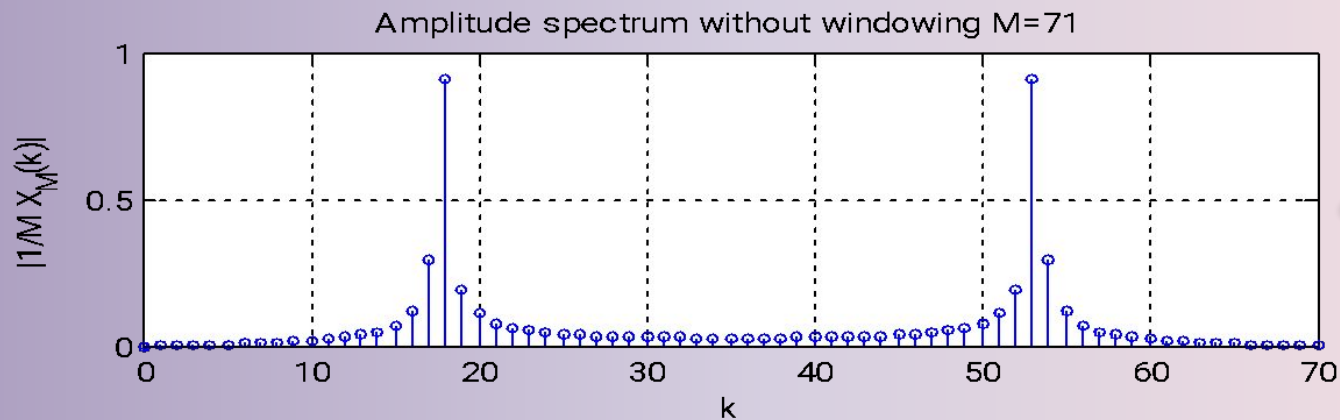
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРИОДА ДИСКРЕТИЗАЦИИ ПО ЧАСТОТЕ



ПРИМЕР. ЭФФЕКТ РАСТЕКАНИЯ СПЕКТРА



ПРИМЕР. УМЕНЬШЕНИЕ ЭФФЕКТА РАСТЕКАНИЯ СПЕКТРА





«Методы и алгоритмы
цифровой обработки сигналов
на базе MATLAB»

*Дискретное преобразование
Фурье. Практическое
применение ДПФ*

Клионский Д.М. – к.т.н., доцент кафедры
математического обеспечения и применения ЭВМ (МОЭВМ)