

Как по спектру восстановить амплитудно-модулированный сигнал

Предположим, что мы промодулировали гармонику с частотой $f_H = 40$ Гц и амплитудой 1 В гармоникой с частотой $f_M = 4$ Гц и амплитудой 1 В при индексе модуляции $m = 0.5$.

Тогда, формула модулированного сигнала может выглядеть вот так

$$U = (1 + 0,5 \cos(2\pi f_M t)) \times \cos(2\pi f_H t).$$

Если “разложить” эту формулу на гармоники, то получится алгебраически так

$$\begin{aligned} U &= (1 + 0.5 \times \cos(2\pi \times f_M \times t)) \times \cos(2\pi \times f_H \times t) = \\ &\cos(2\pi \times f_H \times t) + \\ &0.5 \times 0.5 \times \cos(2\pi \times (f_H - f_M) \times t) \\ &+ 0.5 \times 0.5 \times \cos(2\pi \times (f_H + f_M) \times t) = \\ &\cos(2\pi \times 40\text{Гц} \times t) + 0.25 \times \cos(2\pi \times 36\text{Гц} \times t) + 0.25 \times \cos(2\pi \times 44\text{Гц} \times t), \end{aligned}$$

а графически - так

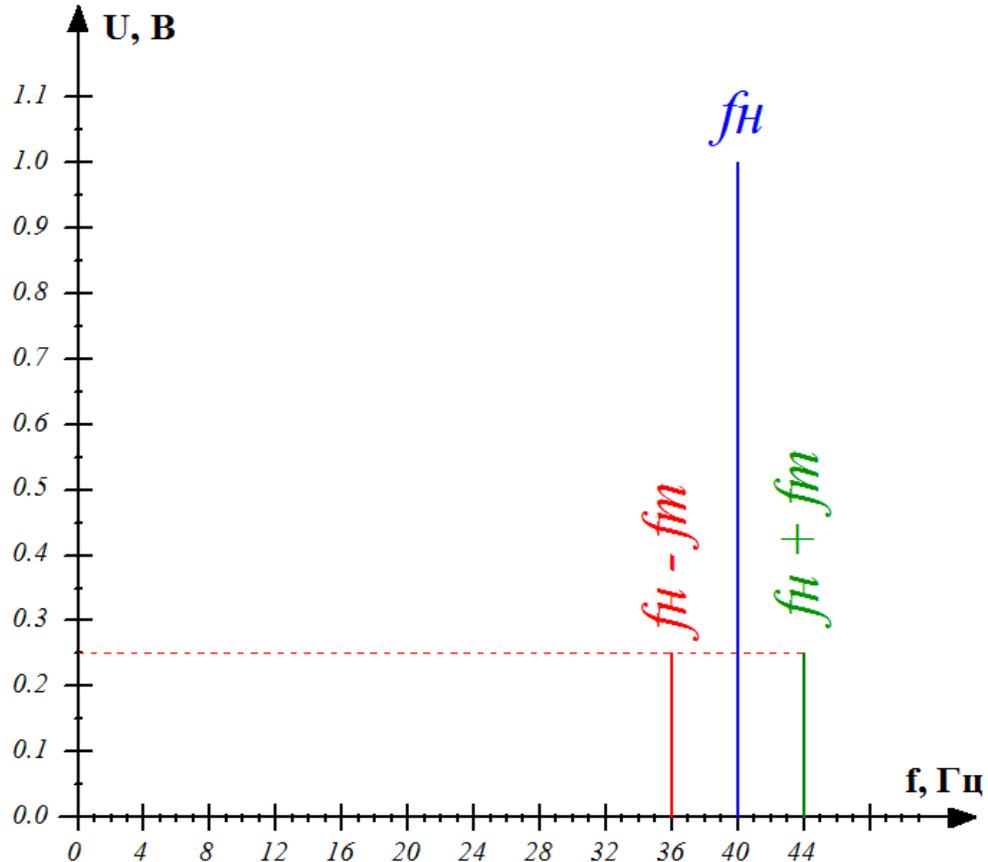


Рис. 1 Спектр амплитудно-модулированного сигнала

Строим графическое изображение такого амплитудно-модулированного сигнала во временной области. Сначала строим во временной области отдельные составляющие спектра так, как это рассказано в Упражнении №1, причём, диапазон изменения текущего времени t определяем исходя из периода модулирующего сигнала, т.е. $T_m = 1/f_m = 1/4\text{Гц} = 0.25$ сек, а дискрет перестройки - из периода самой высокочастотной составляющей спектра $T(f_n+f_m) = 1/(f_n+f_m) = 1/44 \approx 0.02$ сек. Таким образом, предлагаю при построении изображения во временной области всех сигналов брать отрезок текущего времени t от нуля до 1 сек (4 периода модулирующего сигнала - для большей наглядности модуляции - в финале увидите), а дискрет его перестройки - $0.02\text{сек}/100 = 0.0002$ сек. Такой период и такой дискрет заносим в 1-ю колонку Таблицы 1.

Сначала рассчитываем гармоники спектра и заносим их значения во 2-ю, 3-ю и 4-ю колонки Таблицы 1, а потом значения построчно суммируем и заносим в колонку 5. По данным колонок 1 и 5 строим изображение искомого амплитудно-модулированного сигнала во временной области (рис. 2).

Таблица 1

$t, \text{сек}$	36 Гц	40 Гц	44 Гц	Сумма
0.0000	0.2500	1.0000	0.2500	1.500
0.0002	0.2497	0.9987	0.2496	1.4981
0.0004	0.2490	0.9950	0.2485	1.4924
0.0006	0.2477	0.9887	0.2466	1.4829
.....				
0.9994	0.2477	0.9887	0.2466	1.4829
0.9996	0.2490	0.9950	0.2485	1.4924
0.9998	0.2497	0.9987	0.2496	1.4981
1.0000	0.2500	1.0000	0.2500	1.5000

Предлагаемое упражнение: Сигнал с частотой 100 Гц и амплитудой 1 В модулируется сигналом с частотой 10 Гц и амплитудой 1 В при индексе модуляции $m = 0.8$.

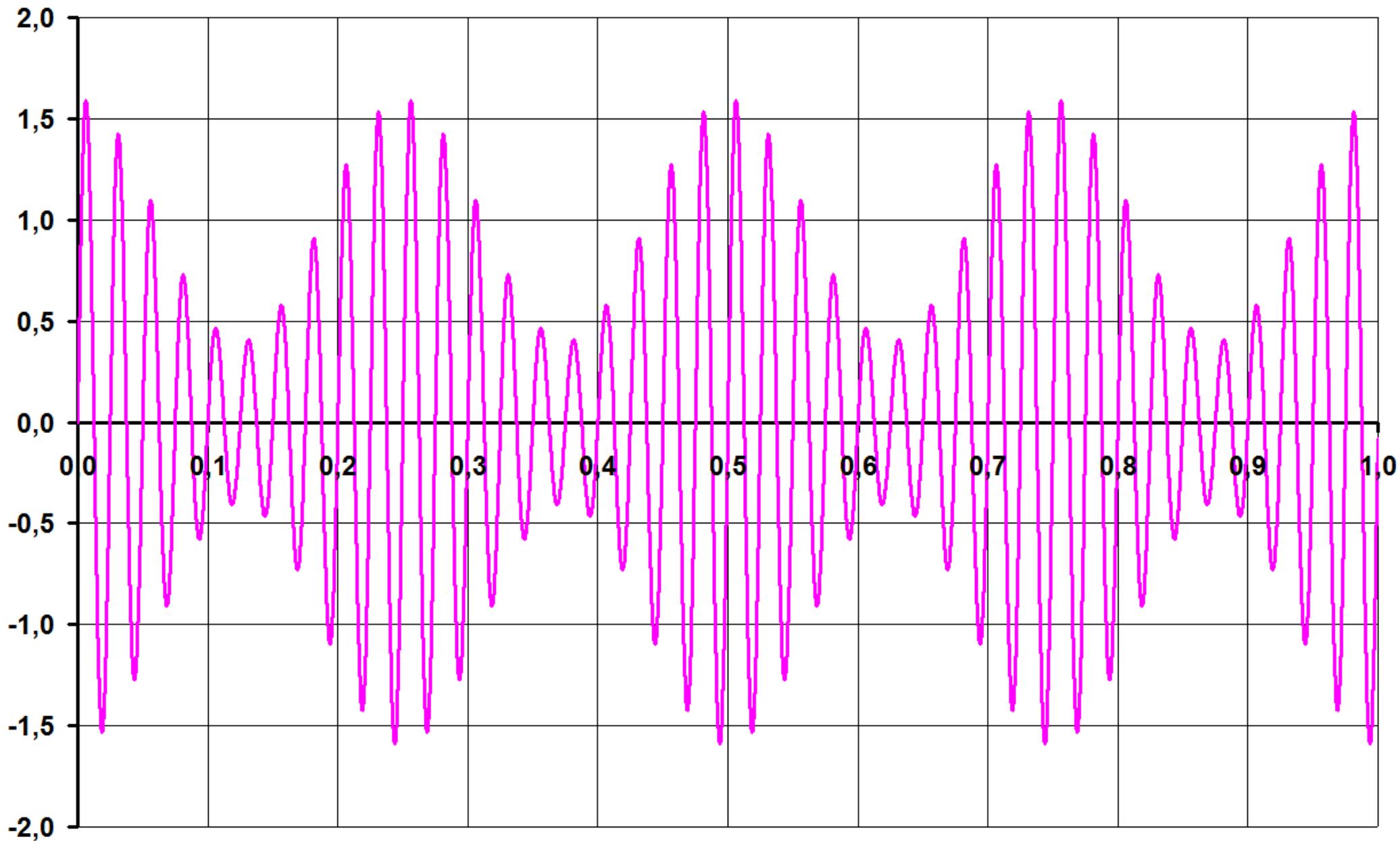


Рис. 1 Рассчитанное по условиям задачи изображение амплитудно-модулированного сигнала во временной области