



Отчет по Домашней работе № 1  
по курсу “Компьютерные сети”

Выполнил:  
Студент группы Р33092  
Голиков Андрей Сергеевич

Преподаватель:  
Авксентьева Елена Юрьевна

## Этап 1. Формирование сообщения

Исходное сообщение: ГАС

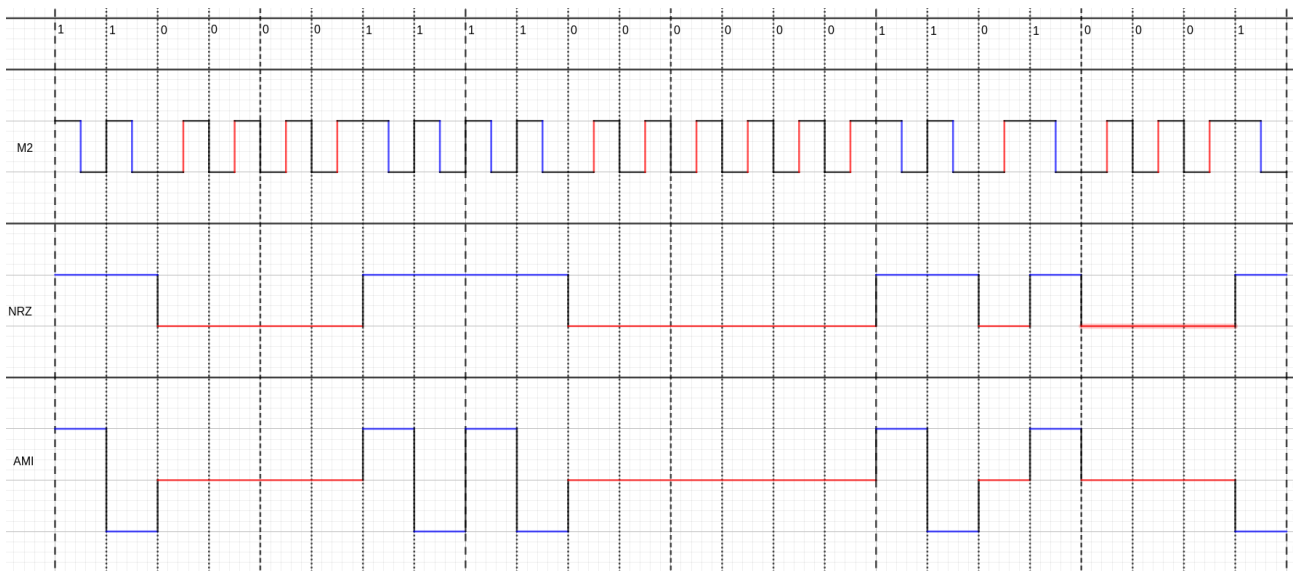
Сообщение в шестнадцатеричном коде: C3 C0 D1

в двоичном коде: 110000111100000011010001

Длина сообщения: 3 байта(24 бита)

Пропускная способность:  $C = 100\text{MHz}$

## Этап 2. Физическое кодирование исходного сообщения



### M2

Верхняя граница  $T = t$ ,  $t = 1/C$ ,  $\Rightarrow f_b = 1/T = C = 100\text{MHz}$

Нижняя граница  $T = 2t \Rightarrow f_h = C/2 = 50\text{MHz}$

Середина спектра =  $75\text{MHz}$

Средняя частота  $(32*f_b + 16*f_h)/48 = (2*f_b + f_h)/3 = 83.(3)\text{MHz}$

Спектр  $S = f_b - f_h = 50\text{MHz}$

Полоса пропускания  $F \geq S = 50\text{MHz}$

## NRZ

Верхняя граница  $T = 2t$ ,  $t = 1/C$ ,  $\Rightarrow f_b = 1/T = C/2 = 50\text{MHz}$

Нижняя граница  $T = 12t \Rightarrow f_n = C/12 = 8.(3)\text{MHz}$

Середина спектра  $29.1(6)\text{MHz}$

Средняя частота  $(3*f_b + 4*f_b/2 + 3*f_b/3 + 8*f_b/4 + 6*f_b/6)/24 = (3+2+1+2+1)*f_b/24 = 9/24*f_b = 0.375*f_b = 18.75\text{MHz}$

Спектр  $S = f_b - f_n = 41.(6)\text{MHz}$

Полоса пропускания  $F \geq S = 41.(6)\text{MHz}$

## AMI

Верхняя граница  $T = 2t$ ,  $t = 1/C$ ,  $\Rightarrow f_b = 1/T = C/2 = 50\text{MHz}$

Нижняя граница  $T = 12t \Rightarrow f_n = C/12 = 8.(3)\text{MHz}$

Середина спектра  $= 29.1(6)\text{MHz}$

Средняя частота  $(11*f_b + 3*f_b/3 + 4*f_b/4 + 6*f_b/6)/24 = (11+1+1+1)*f_b/24 = 14/24*f_b = 29.1(6)\text{MHz}$

Спектр  $S = f_b - f_n = 41.(6)\text{MHz}$

Полоса пропускания  $F \geq S = 41.(6)\text{MHz}$

## Сравнительный анализ

Метод кодирования	Спектр сигнала, MHz	Самосинхронизация	Постоянная составляющая	Обнаружение ошибок	Стоимость реализации
M2	50	есть	нет	есть	2
NRZ	41.(6)	нет	есть	нет	2
AMI	41.(6)	нет	есть	есть	3

M2 подходит лучше всего за счет присутствия в нем самосинхронизации и проверки на ошибки, а так же низкой стоимости реализации и отсутствия постоянной составляющей.

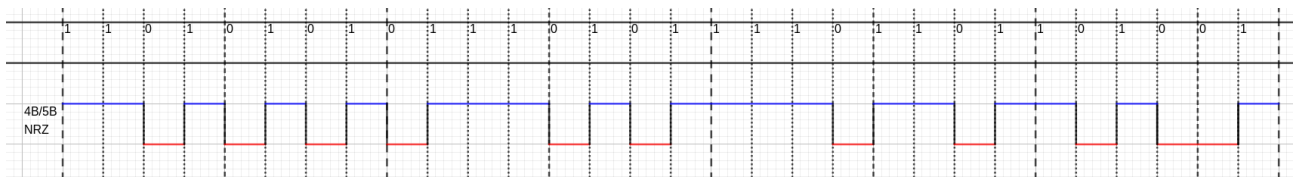
### Этап 3. Логическое (избыточное) кодирование исходного сообщения

Новое сообщение в двоичном коде: 110101010111010111101101101001

Длина: 30 бит

Избыточность  $(30 - 24) / 24 = 25\%$

#### NRZ



Верхняя граница  $T = 2t$ ,  $t = 1/C$ ,  $\Rightarrow f_b = 1/T = C/2 = 50\text{MHz}$

Нижняя граница  $T = 8t \Rightarrow f_n = C/8 = 6.25\text{MHz}$

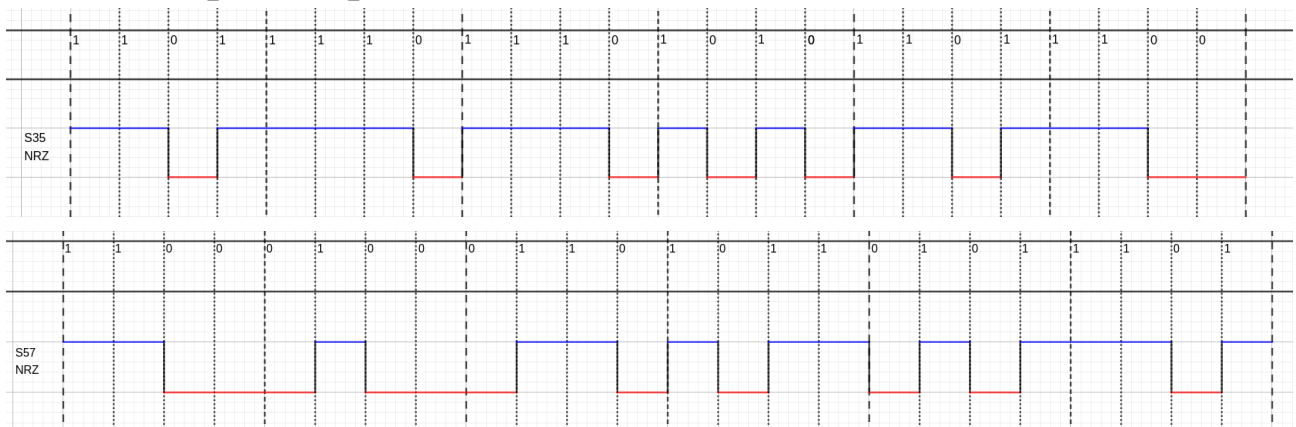
Середина спектра  $28.125\text{MHz}$

Средняя частота  $(15 \cdot f_b + 8 \cdot f_b/2 + 3 \cdot f_b/3 + 4 \cdot f_b/4)/30 = (15+4+1+1) \cdot f_b/30 = 9/30 \cdot f_b = 0.3 \cdot f_b = 15\text{MHz}$

Спектр  $S = f_b - f_n = 43.75\text{MHz}$

Полоса пропускания  $F \geq S = 43.75\text{MHz}$

### Этап 4. Скремблирование исходного сообщения



$$1) B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$$

Новое сообщение в двоичном коде: 110111101110101011011100

Длина: 24 бит

Верхняя граница  $T = 2t$ ,  $t = 1/C$ ,  $\Rightarrow f_b = 1/T = C/2 = 50\text{MHz}$

Нижняя граница  $T = 8t \Rightarrow f_h = C/8 = 6.25\text{MHz}$

Середина спектра  $28.125\text{MHz}$

Средняя частота  $(8*f_b + 6*f_b/2 + 6*f_b/3 + 4*f_b/4)/24 = (8+3+2+1)*f_b/24 = 14/24*f_b = 0.58(3)*f_b = 29.1(6)\text{MHz}$

Спектр  $S = f_b - f_h = 43.75\text{MHz}$

Полоса пропускания  $F \geq S = 43.75\text{MHz}$

$$2) B_i = A_i \oplus B_{i-5} \oplus B_{i-7}$$

Новое сообщение в двоичном коде: 110001000110101101011101

Длина: 24 бит

Верхняя граница  $T = 2t$ ,  $t = 1/C$ ,  $\Rightarrow f_b = 1/T = C/2 = 50\text{MHz}$

Нижняя граница  $T = 6t \Rightarrow f_h = C/6 = 16.(6)\text{MHz}$

Середина спектра  $33.(3)\text{MHz}$

Средняя частота  $(9*f_b + 6*f_b/2 + 9*f_b/3)/24 = (9+3+3)*f_b/24 = 15/24*f_b = 0.625*f_b = 31.25\text{MHz}$

Спектр  $S = f_b - f_h = 33.(3)\text{MHz}$

Полоса пропускания  $F \geq S = 33.(3)\text{MHz}$

Метод кодирования	Полезная пропускная способность	Спектр	Синхронизация	Обнаружение ошибок	Дополнительные временные затраты
4b/5b	Уменьшается	Уменьшился	Есть	Есть	Есть
скремблирование 1	Не изменяется	Уменьшился	Нет	Нет	Есть
скремблирование 2	Не изменяется	Уменьшился	Нет	Нет	Есть

## Часть 2. Передача кодированного сообщения по каналу связи

Шестнадцатиричный код сообщения:			Метод кодирования				
			NRZ	RZ	M2	4B/5B	Scramb
Полоса пропускания идеального канала связи	Номера гармоник	min	0	6	30	0	2
		max	14	42	42	22	20
	Частоты, МГц	min	0.0	1.3	6.3	0.0	0.4
		max	2.9	8.8	8.8	3.7	4.2
Минимальная полоса пропускания идеального канала связи			2.9	7.5	2.5	3.7	3.8
Уровень шума		max	0.00	0.18	0.28	0.00	0.22
Уровень рассинхронизации		max	0.04	0.35	0.20	0.01	1
Уровень граничного напряж.		max	0.09	0.53	1	0.05	0.16
Процент ошибок при максимальных уровнях и минимальной полосе пропускания			0	3.85	0.51	1.36	4.84
Уровень шума		Ср.	0.17				
Уровень рассинхронизации		Ср.	0.4				
Уровень граничного напряж.		Ср.	0.4575				
Полоса пропускания реального канала связи	Номера гармоник	min	0	2	12	0	2
		max	14	54	42	24	26
	Частоты, МГц	min	0.0	0.4	2.5	0.0	0.4
		max	2.9	11.3	8.8	4.0	5.4
Требуемая полоса пропускания реального канала связи			2.9	10.9	6.3	4.0	5.0

Вывод: на основании сравнения кодировок из этапа 2 и моделирования 2 части домашней работы кодирование M2 оказалось самым лучшим за счет присутствия в нем самосинхронизации и проверки на ошибки, а так же низкой стоимости реализации и отсутствия постоянной составляющей, а так же при моделировании у него оказалась самая маленькая полоса пропускания и самая большая устойчивость к помехам (шумам, рассинхронизации и граничном напряжении).