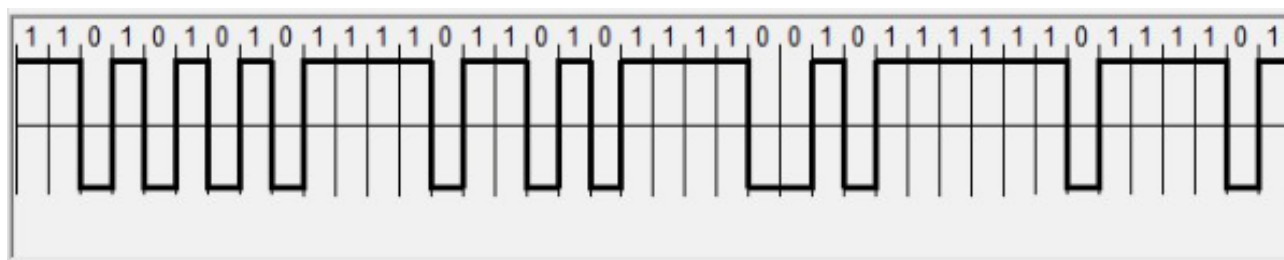


**Исходные данные:**

Исходное сообщение: Гулямова С. И.

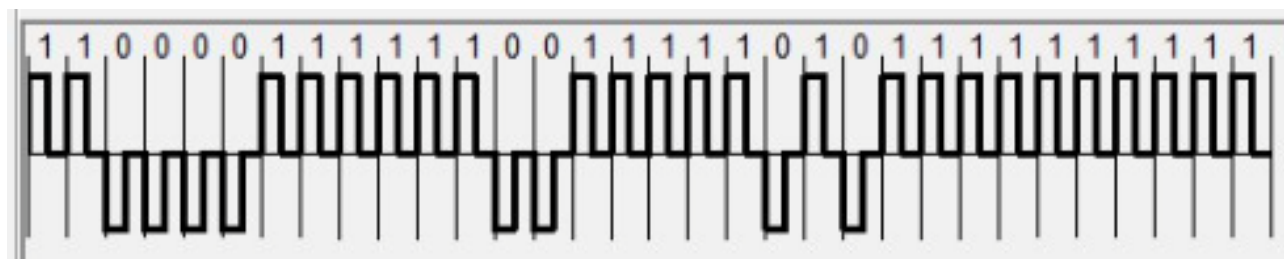
Г	C3	1100 0011
у	F3	1111 0011
л	EB	1110 1011
я	FF	1111 1111
м	EC	1111 1100
о	EE	1110 1110
в	E2	1110 0010
а	E0	1110 0000
	20	0010 0000
С	D1	1101 0001
.	2E	0010 1110
И	C8	1100 1000
.	2E	0010 1110

Длина сообщения: 13 байт (104 бита)

**Физическое кодирование**(результаты кодирования первых 4 байт,  $c = 100$  Мбит/с):**NRZ:**Верхняя граница частот в передаваемом сообщении:  $7 \cdot 0,5 \cdot 10^8 = 3,5 \cdot 10^8$  ГцНижняя граница частот в передаваемом сообщении -  $F_0/7 = 0,5/7 \cdot 10^8 = 714 \cdot 10^4$  ГцНеобходимая полоса пропускания -  $714 \cdot 10^4 \dots 3,5 \cdot 10^8$  Гц

F1 = 13 бит (1 0)

F2 = 6 бит (11 00)

F3 = 8 бит (1111 0000) F4 = 5 бит (11111);  $F_{cp} = 19/32 F_0$ **RZ:**

Частота основной гармоник сигнала вида "111111...":  $2F_0 = 2 * 0,5 * 10^8 = 10^8 \text{ Гц} = 100 \text{ МГц}$

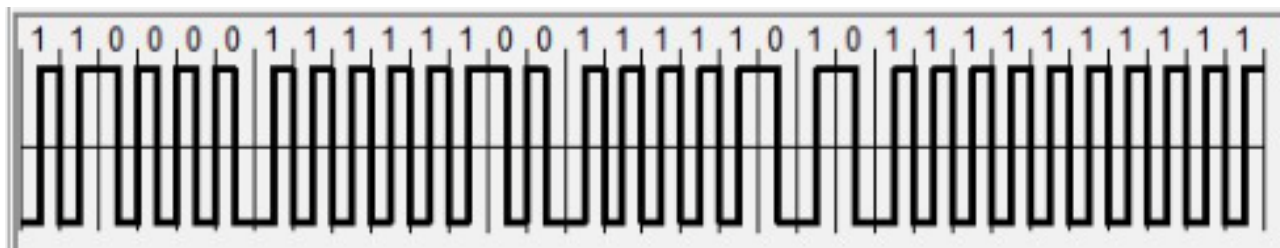
Верхняя граница частот в передаваемом сообщении -  $14F_0 = 14 * 0,5 * 10^8 = 7 * 10^8 \text{ Гц}$

Нижняя граница частот в передаваемом сообщении -  $F_0 = 0,5 * 10^8 = 5 * 10^7 \text{ Гц}$

Необходимая полоса пропускания -  $5 * 10^7 \dots 7 * 10^8 \text{ Гц}$

$F1 = 24 \text{ бит}; F2 = 8 \text{ бит}; F_{\text{ср}} = 7/4 F0$

**М:**



Частота основной гармоник сигнала вида "111111...":  $2F_0 = 2 * 0,5 * 10^8 = 10^8 \text{ Гц} = 100 \text{ МГц}$

Верхняя граница частот в передаваемом сообщении -  $14F_0 = 14 * 0,5 * 10^8 = 7 * 10^8 \text{ Гц}$

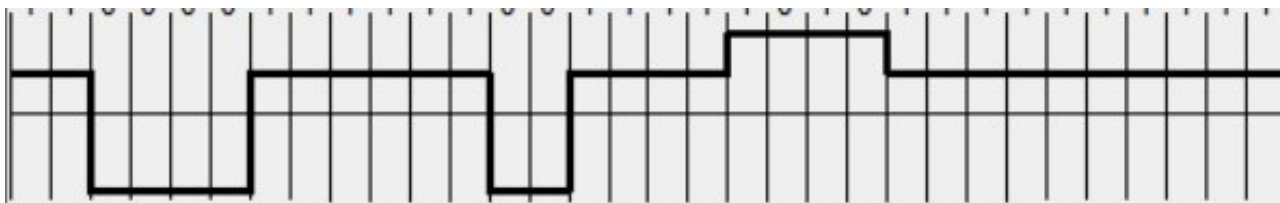
Нижняя граница частот в передаваемом сообщении -  $F_0 = 0,5 * 10^8 = 5 * 10^7 \text{ Гц}$

Необходимая полоса пропускания -  $5 * 10^7 \dots 7 * 10^8 \text{ Гц}$

$F0 = 8 \text{ бит}$

$F1 = 24 \text{ бита}; F_{\text{ср}} = 7/4 F0$

**2B1Q**



Спектр частот:  $F0/6 \dots 3,5 F0$

Верхняя граница частот в передаваемом сообщении:  $3,5 * 0,5 * 10^7 = 1,75 * 10^7 \text{ Гц}$

Нижняя граница частот в передаваемом сообщении -  $F0/6 = 0,5/6 * 10^8 = 833 * 10^4 \text{ Гц}$

Необходимая полоса пропускания -  $833 * 10^4 \dots 1,75 * 10^7 \text{ Гц}$

$F1$  занимает 4 бит;  $F2$  занимает 4 бит;  $F3$  занимает 6 бит;  $F4$  занимает 18 бит

$F_{\text{ср}} = 5/32 * F0$

**Сравнительный анализ:**

	Стоимость	Самосинхронизация	Помехоустойчивость	Ширина необходимой полосы (1000)
М	min	+	+	6,5 ГГц
NRZ	min	-	-	3,43
RZ	ср	+	+	6,5
2B1Q	max	-	-	1,67

Манчестерское кодирование не требует синхронизации, однако требует более широкую полосу пропускания, нежели NRZ и 2B1Q.

NRZ имеет более узкую полосу пропускания, по сравнению с Манчестерским и RZ кодированием, однако более широкую, чем у 2B1Q кодирования, имеет вероятность ошибки, при передаче длинных последовательностей нулей или единиц.

RZ кодирование обладает свойством самосинхронизации, однако требует аппаратуру, способную работать с тремя уровнями сигнала и широкую полосу пропускания, что удорожает данный способ кодирования.

2 В 1 Q требует самую узкую полосу пропускания, по сравнению с остальными методами кодирования. Имеет вероятность ошибки, при передаче длинных последовательностей нулей или единиц, однако эта вероятность ниже, чем у NRZ за счет того, что кодируется сразу 2 байта. Требует аппаратуру, способную работать с 4мя уровнями сигнала, что делает её самой дорогой, среди всех четырёх сравниваемых методов.

Исходя из сравнительного анализа можно сделать вывод, что наиболее подходящими методами кодирования для передачи исходного сообщения будут RZ и манчестерский, т. к. эти методы обладают свойствами помехоустойчивости и самосинхронизации, расплачиваясь за это широкой необходимой полосой пропускания для обоих методов, минимальной стоимостью в случае с манчестерским и средней стоимостью в случае с RZ.

### Логическое (избыточное) кодирование:

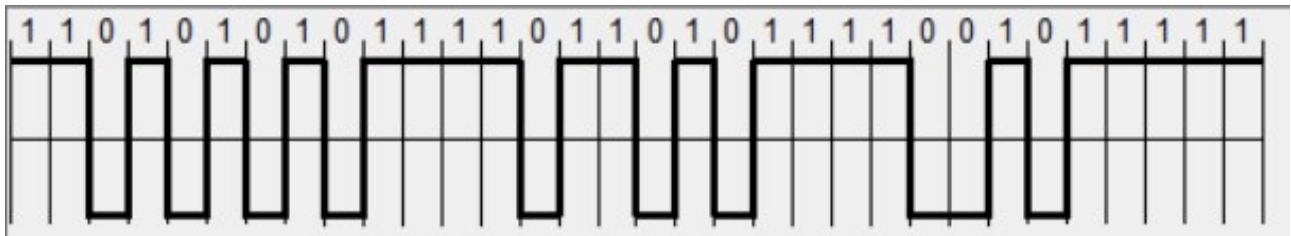
**Двоичный код:** 1101010101 1110110101 1110010111 1110111101 1110011010 1110011100 1110010100 1110011110 1010011110 1101101001 1010011100 1101010010 1101101001

**Шестнадцатеричный код:** D5 7B 5E 5F BD E6 B9 CE 53 9E A7 B6 9A 73 52 DA 40

**Длина сообщения:** 16,25 байт (130 бит)

**Избыточность:**  $(3,25/13)=0,25$  (25%)

**NRZ:**



Верхняя граница частот в передаваемом сообщении -  $7 F_0 = 7 * 0.5 * 10^7 = 3.5 * 10^8 \text{ Гц}$

Нижняя граница частот в передаваемом сообщении -  $F_0/6 = 1 / 12 * 10^7 = 0.083 * 10^8 \text{ Гц}$

Необходимая полоса пропускания -  $0.083 * 10^8 \dots 3.5 * 10^8$

F1 = 13 бит

F2 = 6 бит

F3 = 8 бит

F4 = 5 бит

$F_{cp} = 19/32 F_0$

### Скремблирование:

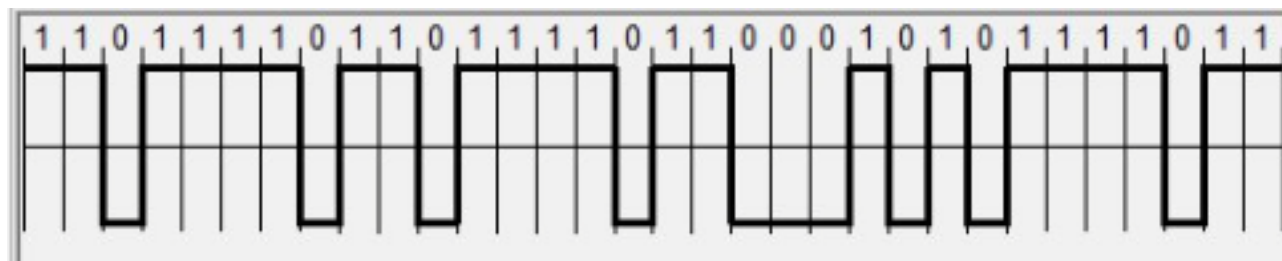
B1	1	1	A1
B2	1	1	A2
B3	0	0	A3
B4	$0 \oplus 1$	1	$A4 \oplus B1$
B5	$0 \oplus 1$	1	$A5 \oplus B2$

B6	$0 \oplus 0 \oplus 1$	1	$A6 \oplus B3 \oplus B1$
B7	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A7 \oplus B4 \oplus B2$
B8	$1 \oplus 1 \oplus 0$	0	$A8 \oplus B5 \oplus B3$
B9	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A9 \oplus B6 \oplus B4$
B10	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A10 \oplus B7 \oplus B5$
B11	$1 \oplus 0 \oplus 1$	0	$A11 \oplus B8 \oplus B6$
B12	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A12 \oplus B9 \oplus B7$
B13	$0 \oplus 1 \oplus 0$	1	$A13 \oplus B10 \oplus B8$
B14	$0 \oplus 0 \oplus 1$	1	$A14 \oplus B11 \oplus B9$
B15	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A15 \oplus B12 \oplus B10$
B16	$1 \oplus 1 \oplus 0$	0	$A16 \oplus B13 \oplus B11$
B17	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A17 \oplus B14 \oplus B12$
B18	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A18 \oplus B15 \oplus B13$
B19	$1 \oplus 0 \oplus 1$	0	$A19 \oplus B16 \oplus B14$
B20	$0 \oplus 1 \oplus 1$	0	$A20 \oplus B17 \oplus B15$
B21	$1 \oplus 1 \oplus 0$	0	$A21 \oplus B18 \oplus B16$
B22	$0 \oplus 0 \oplus 1$	1	$A22 \oplus B19 \oplus B17$
B23	$1 \oplus 0 \oplus 1$	0	$A23 \oplus B20 \oplus B18$
B24	$1 \oplus 0 \oplus 0$	1	$A24 \oplus B21 \oplus B19$
B25	$1 \oplus 1 \oplus 0$	0	$A25 \oplus B22 \oplus B20$
B26	$1 \oplus 0 \oplus 0$	1	$A26 \oplus B23 \oplus B21$
B27	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A27 \oplus B24 \oplus B22$
B28	$1 \oplus 0 \oplus 0$	1	$A28 \oplus B25 \oplus B23$
B29	$1 \oplus 1 \oplus$	1	$A29 \oplus B26 \oplus B24$
B30	$1 \oplus 1 \oplus 0$	0	$A30 \oplus B27 \oplus B25$
B31	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A31 \oplus B28 \oplus B26$
B32	$1 \oplus 1 \oplus 1$	1	$A32 \oplus B29 \oplus B27$

**Двоичный код:** 11011110 11011110 11000101 01111011 10100111 10111101 00111111 01100111  
11010100 01000010 11011010 11101110 10110100

**Шестнадцатеричный код:** DE DE C5 7B A9 BD 3F 69 D4 42 DA EE B4

**NRZ:**



$T_{\min}$  на участке 101 и равен  $T$ ,  $F_{\max} = F_0$

$T_{\max}$  на участке 11111 и равен  $5T$ ,  $F_{\max} = F_0/5$

$F_0/5 \dots 7F_0$

$F_1 = 9$  бит

$F_2 = 8$  бит

$F_3 = 3$  бит

$F_4 = 12$  бит

$F_{\text{ср}} = 15/32 F_0$

### **Выбор наилучшего метода кодирования**

Наилучшим методом кодирования для передачи исходного сообщения является NRZ 4B/5B кодирование, т. к. оно обладает минимальной стоимостью, средним значением ширины необходимой полосы пропускания, обладает свойством помехоустойчивости, меньше подвержен влиянию рассинхронизации, хотя и обладает избыточностью в 25%.

**Задание 2:**

**Цель работы:** исследование влияния свойств канала связи на качество передачи сигналов при различных методах физического и логического кодирования, используемых в цифровых сетях передачи данных.

Шестнадцатеричный код сообщения:  \\DFCBD3C3			Метод кодирования					
			NRZ	RZ	AMI	М-II	4B/5B	Scramb
Полоса пропускания идеального канала связи	Гармоники	min	0	0	10	18	0	0
		max	28	58	28	58	40	26
	Частоты, МГц	min	0	0	1,6	2,8	0	0
		max	4,4	9,1	4,4	9,1	5,0	4,1
Минимальная полоса пропускания идеального канала связи			4,4	9,1	2,8	6,9	5,0	4,1
Уровень шума max			0,14	0,02	0,02	0,02	0,14	0,03
Уровень рассинхронизации		max	0,22	0,18	0,09	0,04	0,47	0,14
Уровень граничного напряж.		max	0,67	0,53	0,52	1,00	0,67	0,54
% ошибок при max уровнях и минимальной полосе пропускания КС			5,03	2,47	1,64	0,04	8,3	3,3
Уровень шума		ср.	0,06					
Уровень рассинхронизации		ср.	0,19					
Уровень граничного напряж.		ср.	0,655					
Полоса пропускания реального канала связи	Гармоники	min	0	0	10	36	0	0
		max	40	64	40	60	52	40
	Частоты, МГц	min	0	0	1,6	5,6	0	0
		max	6,3	10,0	6,3	9,4	6,5	6,3
Требуемая полоса пропускания реального канала связи			6,3	10,0	4,7	3,8	6,5	6,3

**Вывод:**

Как видно из результатов исследования — наилучшим способом физического кодирования для передачи исходного сообщения является манчестерский, т. к. он имеет наивысшие значения максимально допустимого шума, а уровень рассинхронизации и граничного напряжения не оказывают на него влияния. Так же манчестерскому способу кодирования требуется самая узкая полоса пропускания реального канала связи. Кроме того, при установлении максимальных значений уровня шума, рассинхр. и граничного напряжения при минимальной полосе пропускания, манчестерский способ имеет наименьший процент ошибок.

Наилучшим способом логического кодирования для передачи исходного сообщения является 4B/5B кодирование, т. к. данный способ имеет меньший процент ошибок при установлении максимальных значений уровня шума, рассинхр. и граничного напряжения при минимальной полосе пропускания.