Перемежение символов как средство борьбы с пакетными ошибками



Общая схема кодека, использующего перемежение символов

Блоковое перемежение

Информационный поток на входе кодера Хемминга (7,4)

Π	И	Інф. н	комб.	1	I	Інф. і	комб.	2	I	Инф. н	юмб.	3	V	Інф. н	юмб.	4	V	Інф. і	юмб.	5	I	Інф. н	юмб.	6	V	Інф. в	юмб.	7		И	Інф. в	омб.	N
	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	•••	0	0	0	0

Кодовый поток на выходе кодера Хемминга (7,4)

Кодовая комб. 1	Кодовая комб. 2	Кодовая комб. 3	Кодовая комб. 4	Кодовая комб. 5	Кодовая комб. 6	Кодовая комб. 7	Кодовая комб. N
1 0 0 1 1 0	1 1 0 0 0 1 0	0 0 1 0 1 1 0	0 1 0 1 1 0 0	0 1 1 1 0 1 0	1 0 1 0 0 1 1	1 1 1 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0

Матрица перемежения размера 7×7

1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0

Перемежение символов осуществляется путем записи кодового потока в матрицу перемежения по строкам, а считывания кодового потока по столбцам. Кодовый поток после перемежения имеет следующий вид:

	Кодовые комбинации 1-7 после перемежения	Кодовые комбинации 8-14 после перемежения			
Π	$\begin{smallmatrix}1&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&$				

Предположим, в процессе передачи информации по каналу связи возник пакет ошибок Р длиной 7 бит:

Двоичный поток, принятый из канала связи, записывается по столбца в матрицу деперемежения

1	0	0	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1	0
0	0	0	0	1	1	0
0	1	1	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0

Из матрицы деперемежения двоичные символы кодовых комбинаций считываются по строкам и поступают на декодер кода Хемминга (7,4)

		Кодовые комбинации 8-14 после перемежения				
1 0 0	0 1 1	0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1	0 1 0 1	0 1 0 0 0	0 1 1 1 1 0 0 1 0 0	

После деперемежения пакет ошибок преобразован в независимые ошибки первой кратности для каждой и кодовых комбинаций кода Хемминга, которые он в состоянии исправить. Информационный поток на выходе декодера кода Хемминга (7,4)

1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	
	Инф.	комб	. 1	И	нф. к	юмб.	2	V	Інф. і	комб.	3	V	Інф. і	комб.	4	V	Інф. ь	юмб.	5	V		юмб.	6	I	Інф. н	юмб.	7	

Сверточное перемежение

Сверточное перемежение. Итерация 0.

Кодовая комбинация N	Cyr	C_{N2}	C_{N3}	C_{N4}	C_{N5}	C_{N6}	C_{N7}
кодовая комоннация т	C_{N1}	C _{N2}	C _{N3}	C _{N4}	C _{N5}	C _{N6}	C _N 7
	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Кодовая комбинация 8	$C_{81} =$	$C_{82} =$	$C_{83} =$	$C_{84} =$	$C_{85} =$	$C_{86} =$	$C_{87} =$
Кодовая комбинация 7	$C_{71}=1$	$C_{72}=1$	$C_{73}=1$	$C_{74}=0$	$C_{75}=1$	$C_{76} = 0$	$C_{77} = 0$
Кодовая комбинация 6	$C_{61}=1$	$C_{62}=0$	$C_{63}=1$	$C_{64} = 0$	$C_{65} = 0$	$C_{66}=1$	$C_{67}=1$
Кодовая комбинация 5	$C_{51}=0$	$C_{52}=1$	$C_{53}=1$	$C_{54}=1$	$C_{55}=0$	$C_{56}=1$	$C_{57}=0$
Кодовая комбинация 4	$C_{41}=0$	$C_{42}=1$	$C_{43}=0$	$C_{44}=1$	$C_{45}=1$	$C_{46}=0$	$C_{47}=0$
Кодовая комбинация 3	$C_{31}=0$	$C_{32}=0$	$C_{33}=1$	$C_{34}=0$	$C_{35}=1$	$C_{36}=1$	$C_{37}=0$
Кодовая комбинация 2	$C_{21}=1$	$C_{22}=1$	$C_{23}=0$	$C_{24}=0$	$C_{25}=0$	$C_{26}=1$	$C_{27}=0$
Кодовая комбинация 1	$C_{11}=1$	$C_{12}=0$	$C_{13}=0$	$C_{14}=1$	$C_{15}=1$	$C_{16}=1$	$C_{17}=0$
	PC1, m=1 Выход 1	PC2, m=2 Выход 2	PC3, m=3	PC4, m=4	PC5, m=5	PC6, m=6	
		'	Выход 3	Выход 4		FC0, III-0	PC7, m=7
	устрой	ство опроса в	выходов регис	стров сдвига	Выход 5		T.
			_			Выход 6	
			7 \			•	Выход 7

Сверточное перемежение. Итерация 1

емежение. Ит	ерация 1.					
C_{N1}	C_{N2}	C_{N3}	C_{N4}	C_{N5}	C_{N6}	C_{N7}
$C_{91} =$	$C_{92}=$	C ₉₃ =	C ₉₄ =	$C_{95} =$	C ₉₆ =	C ₉₇ =
$C_{81} =$	C ₈₂ =	C ₈₃ =	C ₈₄ =	C ₈₅ =	C ₈₆ =	C ₈₇ =
$C_{71}=1$	$C_{72}=1$	$C_{73}=1$	$C_{74}=0$	$C_{75}=1$	$C_{76}=0$	$C_{77}=0$
$C_{61}=1$	$C_{62}=0$	$C_{63}=1$	$C_{64}=0$	$C_{65}=0$	$C_{66}=1$	$C_{67}=1$
$C_{51}=0$	$C_{52}=1$	$C_{53}=1$	$C_{54}=1$	$C_{55}=0$	$C_{56}=1$	$C_{57}=0$
$C_{41}=0$	$C_{42}=1$	$C_{43}=0$	$C_{44}=1$	$C_{45}=1$	$C_{46}=0$	$C_{47}=0$
$C_{31}=0$	$C_{32}=0$	$C_{33}=1$	$C_{34}=0$	$C_{35}=1$	$C_{36}=1$	$C_{37}=0$
$C_{21}=1$	$C_{22}=1$	$C_{23}=0$	$C_{24}=0$	$C_{25}=0$	$C_{26}=1$	$C_{27}=0$
$C_{11}=1$	$C_{12}=0$	$C_{13}=0$	$C_{14}=1$	$C_{15}=1$	$C_{16}=1$	$C_{17}=0$
Выход 1						
	Выход 2					
	·	Выход 3				
			Выход 4			
устрой	іство опроса в	выходов регис	стров сдвига	Выход 5		
	-	-	-		Выход 6	
		_				



Выход 7

Сверточное перемежение. Итерация 2.

CMC/ACHIIC. FIIV	срация 2.					
C_{N1}	C_{N2}	C_{N3}	C_{N4}	C_{N5}	C_{N6}	C_{N7}
			•••			•••
$C_{101} =$	C ₁₀₂ =	C ₁₀₃ =	C ₁₀₄ =	C ₁₀₅ =	C ₁₀₆ =	C ₁₀₇ =
$C_{91} =$	C ₉₂ =	C ₉₃ =	C ₉₄ =	C ₉₅ =	C ₉₆ =	C ₉₇ =
C ₈₁ =	C ₈₂ =	C ₈₃ =	C ₈₄ =	C ₈₅ =	C ₈₆ =	C ₈₇ =
$C_{71}=1$	C ₇₂ =1	C ₇₃ =1	C ₇₄ =0	C ₇₅ =1	C ₇₆ =0	$C_{77}=0$
$C_{61}=1$	$C_{62}=0$	$C_{63}=1$	$C_{64}=0$	$C_{65}=0$	C ₆₆ =1	C ₆₇ =1
$C_{51}=0$	$C_{52}=1$	C ₅₃ =1	C ₅₄ =1	C ₅₅ =0	C ₅₆ =1	$C_{57}=0$
$C_{41}=0$	$C_{42}=1$	$C_{43}=0$	$C_{44}=1$	$C_{45}=1$	$C_{46}=0$	$C_{47}=0$
$C_{31}=0$	$C_{32}=0$	$C_{33}=1$	$C_{34}=0$	$C_{35}=1$	$C_{36}=1$	$C_{37}=0$
$C_{21}=1$	$C_{22}=1$	$C_{23}=0$	$C_{24}=0$	$C_{25}=0$	$C_{26}=1$	$C_{27}=0$
Выход 1	$C_{12}=0$	C ₁₃ =0	C ₁₄ =1	C ₁₅ =1	C ₁₆ =1	$C_{17}=0$
	Выход 2					
	'	Выход 3				
			Выход 4			
			!	Выход 5		
					Выхол 6	

Выход 7

Выход 7

Сверточное перемежение. Итерация 3.

ememente. 111	- P					
C_{N1}	C_{N2}	C_{N3}	C_{N4}	C_{N5}	C_{N6}	C_{N7}
	•••	•••	•••	•••	•••	•••
$C_{111} =$	C ₁₁₂ =	$C_{113} =$	C ₁₁₄ =	C ₁₁₅ =	C ₁₁₆ =	$C_{117} =$
$C_{101} =$	C ₁₀₂ =	$C_{103} =$	C ₁₀₄ =	C ₁₀₅ =	C ₁₀₆ =	$C_{107} =$
$C_{91} =$	C ₉₂ =	C ₉₃ =	C ₉₄ =	C ₉₅ =	C ₉₆ =	C ₉₇ =
$C_{81} =$	C ₈₂ =	C ₈₃ =	C ₈₄ =	C ₈₅ =	C ₈₆ =	C ₈₇ =
$C_{71}=1$	$C_{72}=1$	C ₇₃ =1	$C_{74}=0$	C ₇₅ =1	$C_{76}=0$	$C_{77}=0$
$C_{61}=1$	$C_{62}=0$	$C_{63}=1$	$C_{64} = 0$	$C_{65} = 0$	$C_{66}=1$	C ₆₇ =1
$C_{51}=0$	$C_{52}=1$	C ₅₃ =1	C ₅₄ =1	C ₅₅ =0	C ₅₆ =1	$C_{57}=0$
$C_{41}=0$	$C_{42}=1$	$C_{43}=0$	C ₄₄ =1	$C_{45}=1$	$C_{46}=0$	$C_{47}=0$
$C_{31}=0$	$C_{32}=0$	$C_{33}=1$	$C_{34}=0$	$C_{35}=1$	$C_{36}=1$	$C_{37}=0$
Выход 1	$C_{22}=1$	$C_{23}=0$	$C_{24}=0$	$C_{25}=0$	$C_{26}=1$	$C_{27}=0$
	Выход 2	$C_{13}=0$	$C_{14}=1$	$C_{15}=1$	$C_{16}=1$	$C_{17}=0$
	·	Выход 3				
			Выход 4			
			!	Выход 5		
					Выход 6	

ая последовател	тьность	на выхс	де устр	оиств	а све	рточі	10101	перем	іежен	ия по	эсле і	итера	ции 3).	
	$C_{11}=1$	$C_{21}=1$	$C_{12}=0$												

Сверточное перемежение. Итерация 4.

емежение. ИТ	ерация 4.					
C_{N1}	C_{N2}	C_{N3}	C_{N4}	C_{N5}	C_{N6}	C_{N7}
C ₁₂₁ =	C ₁₂₂ =	C ₁₂₃ =	$C_{124} =$	C ₁₂₅ =	C ₁₂₆ =	C ₁₂₇ =
$C_{111} =$	$C_{112}=$	$C_{113} =$	$C_{114} =$	C ₁₁₅ =	C ₁₁₆ =	$C_{117} =$
C ₁₀₁ =	C ₁₀₂ =	C ₁₀₃ =	C ₁₀₄ =	C ₁₀₅ =	C ₁₀₆ =	$C_{107} =$
$C_{91} =$	C ₉₂ =	C ₉₃ =	C ₉₄ =	C ₉₅ =	C ₉₆ =	C ₉₇ =
C ₈₁ =	C ₈₂ =	C ₈₃ =	C ₈₄ =	C ₈₅ =	C ₈₆ =	C ₈₇ =
$C_{71}=1$	C ₇₂ =1	$C_{73}=1$	C ₇₄ =0	C ₇₅ =1	$C_{76}=0$	$C_{77}=0$
$C_{61}=1$	$C_{62}=0$	$C_{63}=1$	$C_{64}=0$	C ₆₅ =0	C ₆₆ =1	$C_{67}=1$
$C_{51}=0$	$C_{52}=1$	$C_{53}=1$	$C_{54}=1$	$C_{55}=0$	$C_{56}=1$	$C_{57}=0$
$C_{41}=0$	$C_{42}=1$	$C_{43}=0$	$C_{44}=1$	$C_{45}=1$	$C_{46}=0$	$C_{47}=0$
Выход 1	$C_{32}=0$	$C_{33}=1$	$C_{34}=0$	$C_{35}=1$	$C_{36}=1$	$C_{37}=0$
	Выход 2	$C_{23}=0$	$C_{24}=0$	$C_{25}=0$	$C_{26}=1$	$C_{27}=0$
		Выход 3	$C_{14}=1$	$C_{15}=1$	$C_{16}=1$	$C_{17}=0$
		·	Выход 4			
			!	Выход 5		
					Выход 6	

Выход 7

Выход 7

5

Сверточное перемежение. Итерация 5.

cwickerine. 11	срации э.					
C_{N1}	C _{N2}	C _{N3}	C _{N4}	C_{N5}	C_{N6}	C_{N7}
•••	•••	•••		•••		•••
$C_{131} =$	$C_{132} =$	C ₁₃₃ =	C ₁₃₄ =	$C_{135} =$	C ₁₃₆ =	$C_{137} =$
$C_{121} =$	$C_{122} =$	C ₁₂₃ =	C ₁₂₄ =	$C_{125} =$	$C_{126} =$	$C_{127} =$
$C_{111} =$	$C_{112} =$	C ₁₁₃ =	C ₁₁₄ =	C ₁₁₅ =	C ₁₁₆ =	$C_{117} =$
$C_{101} =$	C ₁₀₂ =	C ₁₀₃ =	C ₁₀₄ =	C ₁₀₅ =	C ₁₀₆ =	C ₁₀₇ =
$C_{91} =$	C ₉₂ =	C ₉₃ =	C ₉₄ =	C ₉₅ =	C ₉₆ =	C ₉₇ =
C ₈₁ =	C ₈₂ =	C ₈₃ =	C ₈₄ =	C ₈₅ =	C ₈₆ =	C ₈₇ =
$C_{71}=1$	C ₇₂ =1	$C_{73}=1$	$C_{74}=0$	C ₇₅ =1	$C_{76}=0$	$C_{77}=0$
$C_{61}=1$	$C_{62}=0$	$C_{63}=1$	$C_{64}=0$	$C_{65}=0$	$C_{66}=1$	C ₆₇ =1
$C_{51}=0$	$C_{52}=1$	C ₅₃ =1	C ₅₄ =1	C ₅₅ =0	C ₅₆ =1	$C_{57}=0$
Выход 1	$C_{42}=1$	$C_{43}=0$	C ₄₄ =1	C ₄₅ =1	C ₄₆ =0	$C_{47}=0$
	Выход 2	$C_{33}=1$	$C_{34}=0$	$C_{35}=1$	$C_{36}=1$	$C_{37}=0$
		Выход 3	$C_{24}=0$	$C_{25}=0$	$C_{26}=1$	$C_{27}=0$
			Выход 4	$C_{15}=1$	$C_{16}=1$	$C_{17}=0$
				Выход 5		
					Выход 6	

(5

Кодовая последовательность на выходе устройства сверточного перемежения после итерации 5:

- / 1				- 7 1 - 3 -	F	·· · · · · · · · · ·		I		- I	,	-		
	$C_{11}=1$	$C_{21}=1$	$C_{12} = 0$	$C_{31} = 0$	$C_{22}=1$	$C_{13}=0$	$C_{41} = 0$	$C_{32} = 0$	$C_{23} = 0$	$C_{14}=1$			 	

Сверточное перемежение. Итерация 6.

емежение. ИТ	ерация 0.					
C_{N1}	C_{N2}	C_{N3}	C_{N4}	C_{N5}	C_{N6}	C_{N7}
C ₁₄₁ =	C ₁₄₂ =	C ₁₄₃ =	C ₁₄₄ =	C ₁₄₅ =	C ₁₄₆ =	C ₁₄₇ =
$C_{131} =$	C ₁₃₂ =	C ₁₃₃ =	$C_{134} =$	$C_{135} =$	C ₁₃₆ =	$C_{137} =$
$C_{121} =$	C ₁₂₂ =	C ₁₂₃ =	C ₁₂₄ =	C ₁₂₅ =	C ₁₂₆ =	$C_{127} =$
$C_{111} =$	C ₁₁₂ =	C ₁₁₃ =	C ₁₁₄ =	C ₁₁₅ =	C ₁₁₆ =	$C_{117} =$
$C_{101} =$	$C_{102} =$	C ₁₀₃ =	C ₁₀₄ =	C ₁₀₅ =	C ₁₀₆ =	$C_{107} =$
$C_{91} =$	C ₉₂ =	C ₉₃ =	C ₉₄ =	C ₉₅ =	C ₉₆ =	C ₉₇ =
$C_{81} =$	C ₈₂ =	C ₈₃ =	C ₈₄ =	C ₈₅ =	C ₈₆ =	C ₈₇ =
$C_{71}=1$	$C_{72}=1$	$C_{73}=1$	$C_{74}=0$	$C_{75}=1$	$C_{76}=0$	$C_{77}=0$
$C_{61}=1$	$C_{62}=0$	$C_{63}=1$	$C_{64}=0$	$C_{65}=0$	$C_{66}=1$	$C_{67}=1$
Выход 1	$C_{52}=1$	C ₅₃ =1	C ₅₄ =1	C ₅₅ =0	C ₅₆ =1	C ₅₇ =0
	Выход 2	$C_{43}=0$	C ₄₄ =1	C ₄₅ =1	$C_{46}=0$	$C_{47}=0$
		Выход 3	$C_{34}=0$	$C_{35}=1$	$C_{36}=1$	$C_{37}=0$
		'	Выход 4	$C_{25}=0$	$C_{26}=1$	$C_{27}=0$
			'	Выход 5	C ₁₆ =1	C ₁₇ =0
					Выход 6	

Кодовая последовательность на выходе устройства сверточного перемежения после итерации 6: $C_{11}=1$ $C_{21}=1$ $C_{12}=0$ $C_{31}=0$ $C_{22}=1$ $C_{13}=0$ $C_{41}=0$ $C_{32}=0$ $C_{23}=0$ $C_{14}=1$ $C_{51}=0$ $C_{42}=1$ $C_{33}=1$ $C_{24}=0$ $C_{15}=1$

Выход 7

Выход 7

Сверточное перемежение. Итерация 7.

емежение. Ит	срация 7.					
C_{N1}	C_{N2}	C_{N3}	C _{N4}	C _{N5}	C_{N6}	C_{N7}
		•••				•••
$C_{151} =$	C ₁₅₂ =	C ₁₅₃ =	C ₁₅₄ =	C ₁₅₅ =	C ₁₅₆ =	C ₁₅₇ =
$C_{141} =$	C ₁₄₂ =	C ₁₄₃ =	C ₁₄₄ =	C ₁₄₅ =	C ₁₄₆ =	C ₁₄₇ =
$C_{131} =$	C ₁₃₂ =	C ₁₃₃ =	$C_{134} =$	C ₁₃₅ =	C ₁₃₆ =	$C_{137} =$
C ₁₂₁ =	C ₁₂₂ =	C ₁₂₃ =	C ₁₂₄ =	C ₁₂₅ =	C ₁₂₆ =	C ₁₂₇ =
$C_{111} =$	C ₁₁₂ =	C ₁₁₃ =	C ₁₁₄ =	C ₁₁₅ =	C ₁₁₆ =	C ₁₁₇ =
$C_{101} =$	C ₁₀₂ =	C ₁₀₃ =	C ₁₀₄ =	C ₁₀₅ =	C ₁₀₆ =	C ₁₀₇ =
$C_{91} =$	C ₉₂ =	C ₉₃ =	C ₉₄ =	C ₉₅ =	C ₉₆ =	C ₉₇ =
C ₈₁ =	C ₈₂ =	C ₈₃ =	C ₈₄ =	C ₈₅ =	C ₈₆ =	C ₈₇ =
$C_{71}=1$	C ₇₂ =1	$C_{73}=1$	$C_{74}=0$	C ₇₅ =1	$C_{76}=0$	$C_{77}=0$
Выход 1	$C_{62}=0$	$C_{63}=1$	C ₆₄ =0	C ₆₅ =0	C ₆₆ =1	C ₆₇ =1
	Выход 2	$C_{53}=1$	$C_{54}=1$	C ₅₅ =0	$C_{56}=1$	$C_{57}=0$
		Выход 3	$C_{44}=1$	C ₄₅ =1	C ₄₆ =0	$C_{47}=0$
		'	Выход 4	C ₃₅ =1	C ₃₆ =1	C ₃₇ =0
				Выход 5	C ₂₆ =1	C ₂₇ =0
					Выход 6	$C_{17}=0$

Кодовая последовательность на выходе устройства сверточного перемежения после итерации 7:

$C_{11}=1$	$C_{21}=1$	$C_{12} = 0$	$C_{31}=0$	$C_{22}=1$	$C_{13} = 0$	$C_{41}=0$	$C_{32}=0$	$C_{23}=0$	$C_{14}=1$	$C_{51}=0$	$C_{42}=1$	$C_{33}=1$	\rightarrow
\rightarrow	$C_{24} = 0$	$C_{15}=1$	$C_{61}=1$	$C_{52}=1$	$C_{43}=0$	$C_{34} = 0$	$C_{25}=0$	$C_{16}=1$					

Сверточное перемежение. Итерация 8.

смежение. Ит	срации о.					
C_{N1}	C_{N2}	C_{N3}	C_{N4}	C_{N5}	C_{N6}	C_{N7}
	•••	•••	•••	•••	•••	•••
$C_{161} =$	C ₁₆₂ =	$C_{163} =$	$C_{164} =$	$C_{165} =$	C ₁₆₆ =	$C_{167} =$
$C_{151} =$	$C_{152} =$	$C_{153} =$	$C_{154} =$	$C_{155} =$	C ₁₅₆ =	$C_{157} =$
$C_{141} =$	$C_{142} =$	$C_{143} =$	$C_{144} =$	$C_{145} =$	C ₁₄₆ =	C ₁₄₇ =
$C_{131} =$	$C_{132} =$	$C_{133} =$	$C_{134} =$	$C_{135} =$	C ₁₃₆ =	C ₁₃₇ =
$C_{121} =$	C ₁₂₂ =	$C_{123} =$	C ₁₂₄ =	$C_{125} =$	C ₁₂₆ =	C ₁₂₇ =
$C_{111} =$	C ₁₁₂ =	$C_{113} =$	$C_{114} =$	$C_{115} =$	C ₁₁₆ =	$C_{117} =$
$C_{101} =$	C ₁₀₂ =	$C_{103} =$	$C_{104} =$	$C_{105} =$	C ₁₀₆ =	C ₁₀₇ =
$C_{91} =$	C ₉₂ =	$C_{93} =$	C ₉₄ =	C ₉₅ =	C ₉₆ =	C ₉₇ =
C ₈₁ =	C ₈₂ =	C ₈₃ =	C ₈₄ =	C ₈₅ =	C ₈₆ =	C ₈₇ =
Выход 1	$C_{72}=1$	$C_{73}=1$	$C_{74}=0$	$C_{75}=1$	$C_{76}=0$	$C_{77}=0$
	Выход 2	$C_{63}=1$	$C_{64}=0$	$C_{65}=0$	C ₆₆ =1	$C_{67}=1$
		Выход 3	$C_{54}=1$	$C_{55}=0$	$C_{56}=1$	$C_{57}=0$
		•	Выход 4	C ₄₅ =1	C ₄₆ =0	C ₄₇ =0
			!	Выход 5	C ₃₆ =1	C ₃₇ =0
					Выход 6	C ₂₇ =0

7

Кодовая последовательность на выходе устройства сверточного перемежения после итерации 8:

$C_{11}=1$	$C_{21}=1$	$C_{12}=0$	$C_{31}=0$	$C_{22}=1$	$C_{13} = 0$	$C_{41}=0$	$C_{32}=0$	$C_{23}=0$	$C_{14}=1$	$C_{51}=0$	$C_{42}=1$	$C_{33}=1$	$C_{24} = 0$	$C_{15}=1$	\rightarrow
\rightarrow	$C_{61}=1$	$C_{52}=1$	$C_{43}=0$	$C_{34} = 0$	$C_{25}=0$	$C_{16}=1$	$C_{71}=1$	$C_{62} = 0$	$C_{53}=1$	$C_{44}=1$	$C_{35}=1$	$C_{26}=1$	$C_{17} = 0$		

Выход 7

С выхода устройства перемежения поступает непрерывный поток двоичных символов, который для рассмотренного случая будет иметь следующий вид:

1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 ...

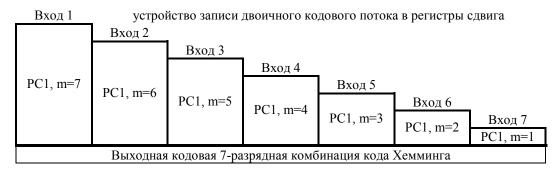
Предположим, в процессе передачи информации по каналу связи возник пакет ошибок Р длиной 7 бит:

|--|

Двоичный поток, принятый из канала связи, поступает на устройство сверточного деперемежения, имеющее следующую структуру:

Входной кодовый поток





Рассмотрим более подробно несколько начальных итераций процедуры деперемежения кодового потока, принятого из канала связи с возникшей пакетной ошибкой.

Сверточное деперемежение. Итерация 1.

Поскольку для записи на первой итерации открыт только регистр сдвига 1, то в него записывается один двоичный символ из принятого кодового потока.

Входной кодовый поток



Вход 1	устро	йство записи	двоичного ко	дового поток	а в регистры	сдвига
$1(C_{11})$	Вход 2	_				
		Вход 3	_			
			Вход 4	_		
				Вход 5	_	
					Вход 6	_
						Вход 7
	Выходная	кодовая 7-ра	азрядная комб	бинация кода	Хемминга	

Сверточное деперемежение. Итерация 2.

Для записи на второй итерации открыты входы PC1 и PC2, именно в них и записывается последовательно два текущих символа кодового потока.

Входной кодовый поток



Вход 1	устроі	йство записи	двоичного ко	дового поток	а в регистры	сдвига
1 (C ₂₁)	Вход 2	_				
1 (C ₁₁)	$0(C_{12})$	Вход 3	_			
			Вход 4	_		
				Вход 5		
					Вход 6	_
						Вход 7
	Выходная	і кодовая 7-ра	азрядная комб	бинация кода	Хемминга	

Сверточное деперемежение. Итерация 3.

Для записи на второй итерации открыты входы PC1, PC2 и PC3. В них и записывается последовательно три текущих символа кодового потока, заставляя символы, поступившие в регистры сдвига на предыдущих итерациях, двигаться к выходу.

Входной кодовый поток



0 (0)	
$0(C_{31})$ Вход 2	
1 (C ₂₁)	
$1 (C_{11})$ $0 (C_{12})$ $0 (C_{13})$ Вход 4	
Вход 5	
Вход 6	
	Вход 7
Выходная кодовая 7-разрядная комбинация кода Хемминга	

Видно, что в PC1 копятся символы, находившиеся на первой позиции в каждой из кодовых комбинаций кода Хемминга, в PC2 – символы, находившиеся на второй позиции и т.д., т.е. происходит обратная перестановка символов, при которой пакеты ошибок преобразуются в независимые ошибки. Рассмотрим это на примере.

Входной кодовый поток



Вход 1 устройство записи двоичного кодового потока в регистры сдвига $0(C_{71})$ Вход 2 $1(C_{62})$ Вход 3 $1(C_{61})$ $0(C_{53})$ $0(C_{51})$ $1(C_{52})$ Вход 4 $0(C_{41})$ 1 (C₄₂) $0(C_{43})$ $0(C_{44})$ Вход 5 $0(C_{31})$ $0(C_{32})$ $1(C_{33})$ $0(C_{35})$ Вход 6 $0(C_{34})$ $1(C_{22})$ $0(C_{23})$ $0(C_{24})$ $0(C_{26})$ Вход 7 $1(C_{21})$ $0(C_{25})$ $1(C_{11})$ $0(C_{12})$ $0(C_{13})$ $1(C_{14})$ $1(C_{15})$ $1(C_{16})$ $1(\overline{C}_{17})$ Выходная кодовая 7-разрядная комбинация кода Хемминга

Хорошо видно, что пакет ошибок после деперемежения принадлежит разным кодовым комбинациям, в каждой из которых, таким образом, произошла ошибка первой кратности, которую исправит декодер Хемминга.