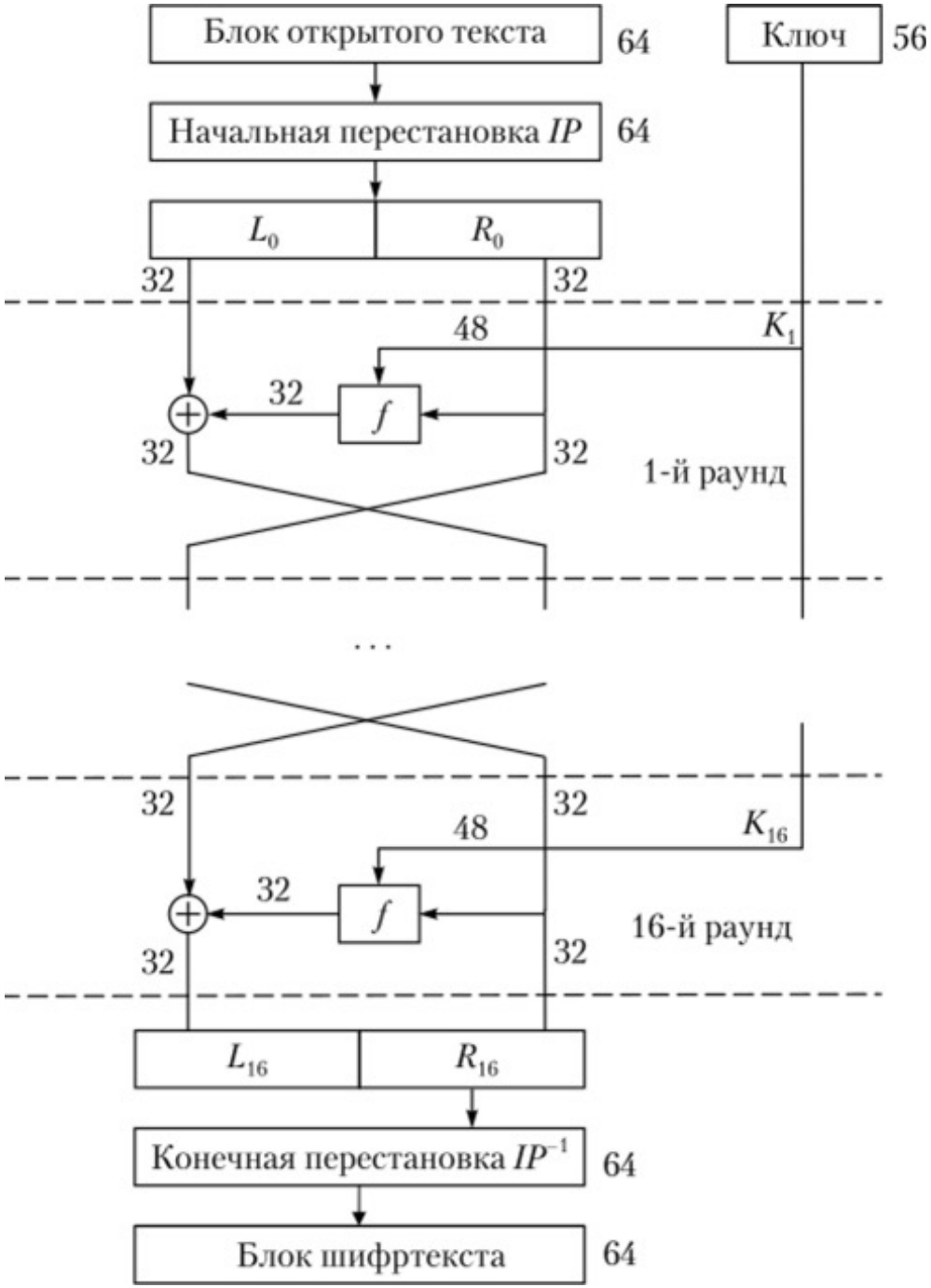
DES

Data Encryption Standard


Блок открытого текста
64
Ключ
56
Начальная перестановка IP
64
L_0
R_0
32
32
48
K_1
32
f
32
32
1-й раунд
...
32
32
48
K_{16}
32
f
16-й раунд
32
32
L_{16}
R_{16}
Конечная перестановка IP^{-1}
64
Блок шифртекста
64

DES

Начальная перестановка IP

58	50	42	34	26	18	10	2	60	52	44	36	28	20	12	4
62	54	46	38	30	22	14	6	64	56	48	40	32	24	16	8
57	49	41	33	25	17	9	1	59	51	43	35	27	19	14	3
61	53	45	37	29	21	13	5	63	55	47	39	31	23	15	7

Конечная перестановка IP ^-1

40	8	48	16	56	24	64	32	39	7	47	15	55	23	63	31
38	6	46	14	54	22	62	30	37	5	45	13	53	21	61	29
36	4	44	12	52	20	60	28	35	3	43	14	51	19	59	27
34	2	42	10	50	18	58	26	33	1	41	9	49	17	57	25

Раунд шифрования DES

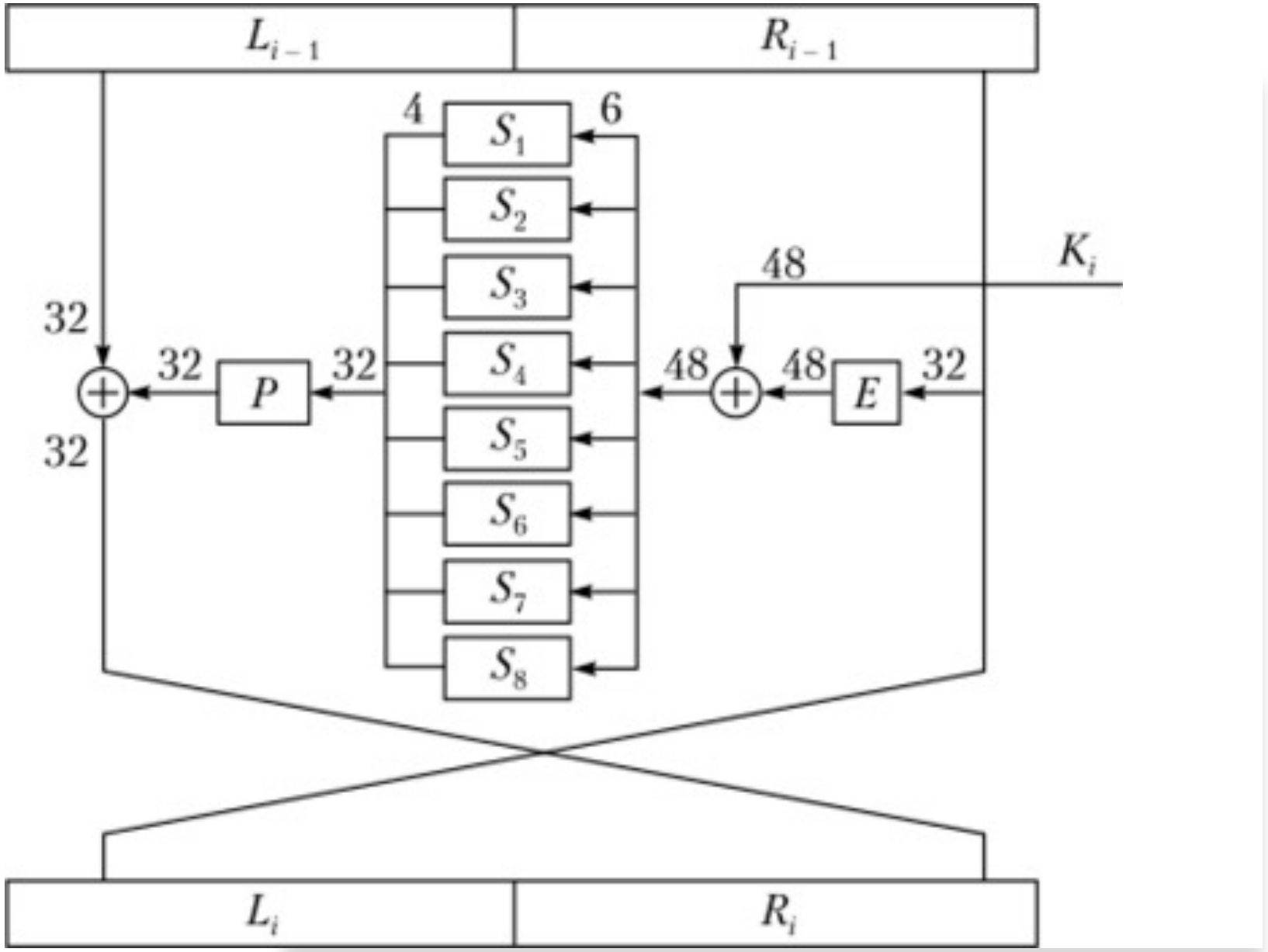


Схема раундового преобразования шифра DES

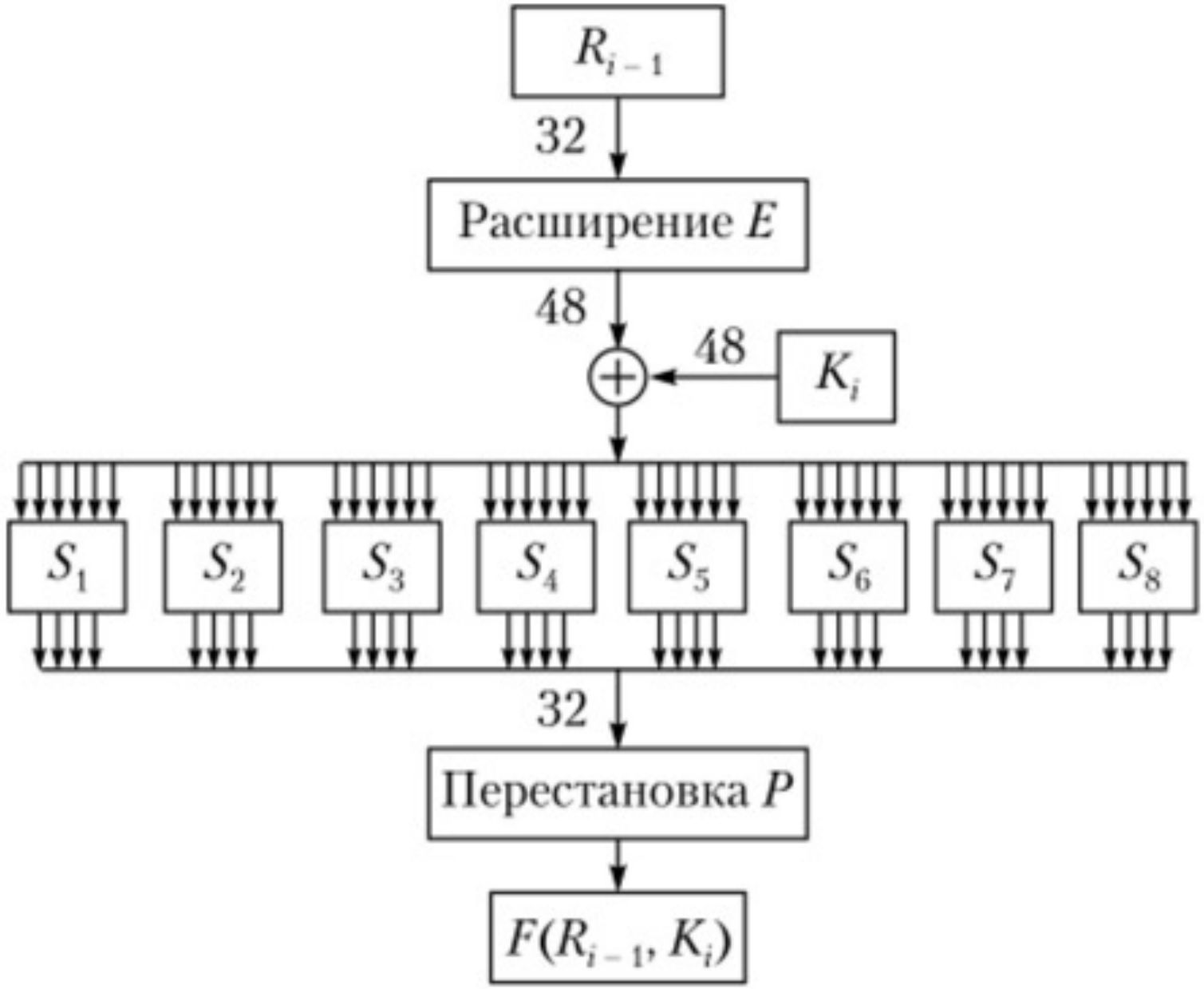
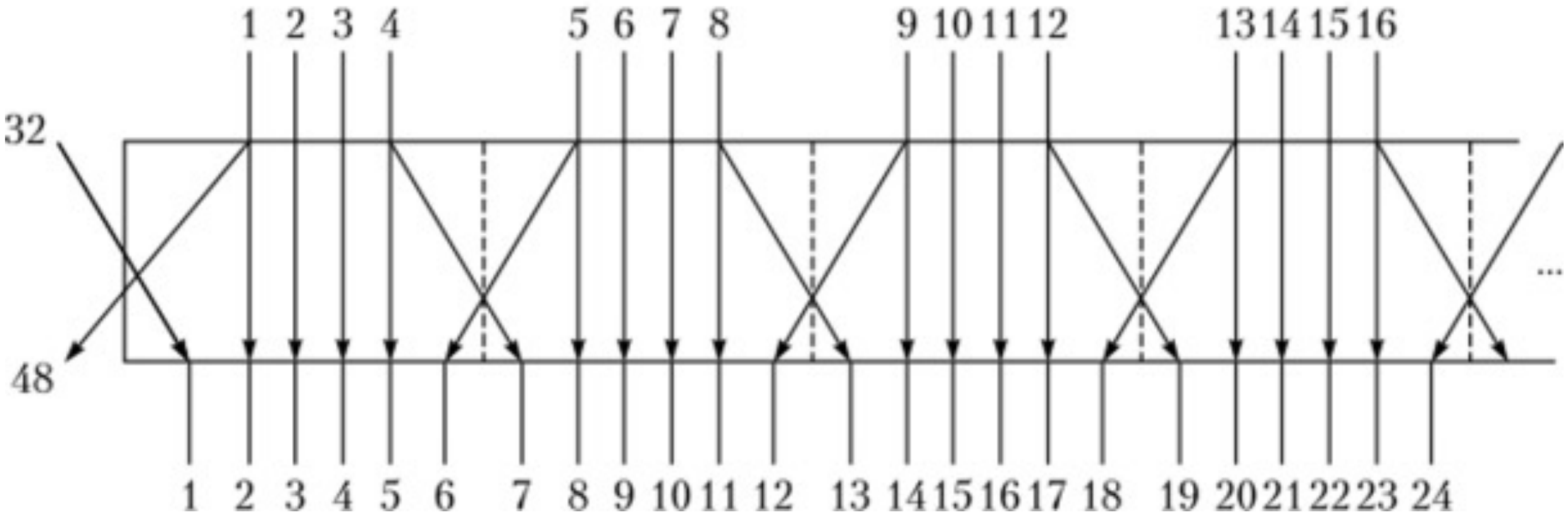


Схема перестановки с расширением



Перестановка с расширением E

32	1	2	3	4	5
4	5	6	7	8	9
8	9	10	И	12	13
12	13	14	15	16	17
16	17	18	19	20	21
20	21	22	23	24	25
24	25	26	27	28	29
28	29	30	31	32	1

S-блок алгоритма DES
S1

S,	**0**	**1**	**2**	3	4	**5**	6	**7**	8	**9**	**10**	**11**	**12**	13	**14**	**15**
0	14	4	13	1	2	15	14	8	3	10	6	12	5	9	0	7
1	0	15	**7**	4	14	2	13	1	10	6	12	14	9	5	3	8
2	4	1	14	8	13	6	2	14	15	12	9	**7**	3	10	5	0
3	15	12	8	2	4	9	1	**7**	5	14	3	14	10	0	в	13

S-блок алгоритма DES
S2

S_2	**0**	**1**	**2**	3	**4**	**5**	6	**7**	8	**9**	**10**	**11**	**12**	13	**14**	**15**
0	15	1	8	14	6	14	3	4	9	7	2	13	12	0	5	10
1	з	13	4	**7**	15	2	8	14	12	0	1	10	6	9	14	5
2	0	14	**7**	14	10	4	13	1	5	8	12	6	9	3	2	15
3	13	8	10	1	3	15	4	2	14	e	**7**	12	0	5	14	9

S-блок алгоритма DES
S3

S3	**0**	**1**	2	3	**4**	**5**	6	**7**	8	**9**	**10**	**И**	**12**	13	**14**	**15**
0	10	0	9	14	6	3	15	5	1	13	12	**7**	14	4	2	8
1	13	**7**	0	9	3	4	6	ю	2	8	5	14	12	14	15	1
2	13	6	4	9	8	15	3	0	14	1	2	12	5	10	14	7
3	1	10	13	0	6	9	8	7	4	15	14	3	14	5	2	12

S-блок алгоритма DES
S4

S,	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	7	13	14	3	0	6	9	ю	1	2	8	5	14	12	4	15
1	13	8	14	5	6	15	0	з	4	7	2	12	1	10	14	9
2	10	6	9	0	12	14	7	13	15	1	3	14	5	2	8	4
3	3	15	0	6	10	1	13	8	9	4	5	14	12	7	2	14

S-блок алгоритма DES
S5

S_5	**0**	**1**	**2**	3	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	13	**14**	**15**
0	2	12	4	**1**	**7**	10	14	6	8	5	3	15	13	0	14	9
1	14	14	2	12	**4**	**7**	13	1	5	0	15	10	3	9	8	6
2	4	2	1	14	10	13	7	8	15	9	12	5	6	3	0	14
3	14	8	12	7	1	14	2	13	6	15	0	9	10	4	5	3

S-блок алгоритма DES
S6

S_6	**0**	**1**	2	**3**	**4**	5	6	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
0	12	1	10	15	9	2	6	8	0	13	3	**4**	14	**7**	5	14
1	10	15	**4**	2	**7**	12	9	5	6	1	13	14	0	14	3	8
2	9	14	15	5	2	8	12	з	7	0	4	10	1	13	14	6
3	4	3	2	12	9	5	15	ю	14	14	**1**	7	6	0	8	13

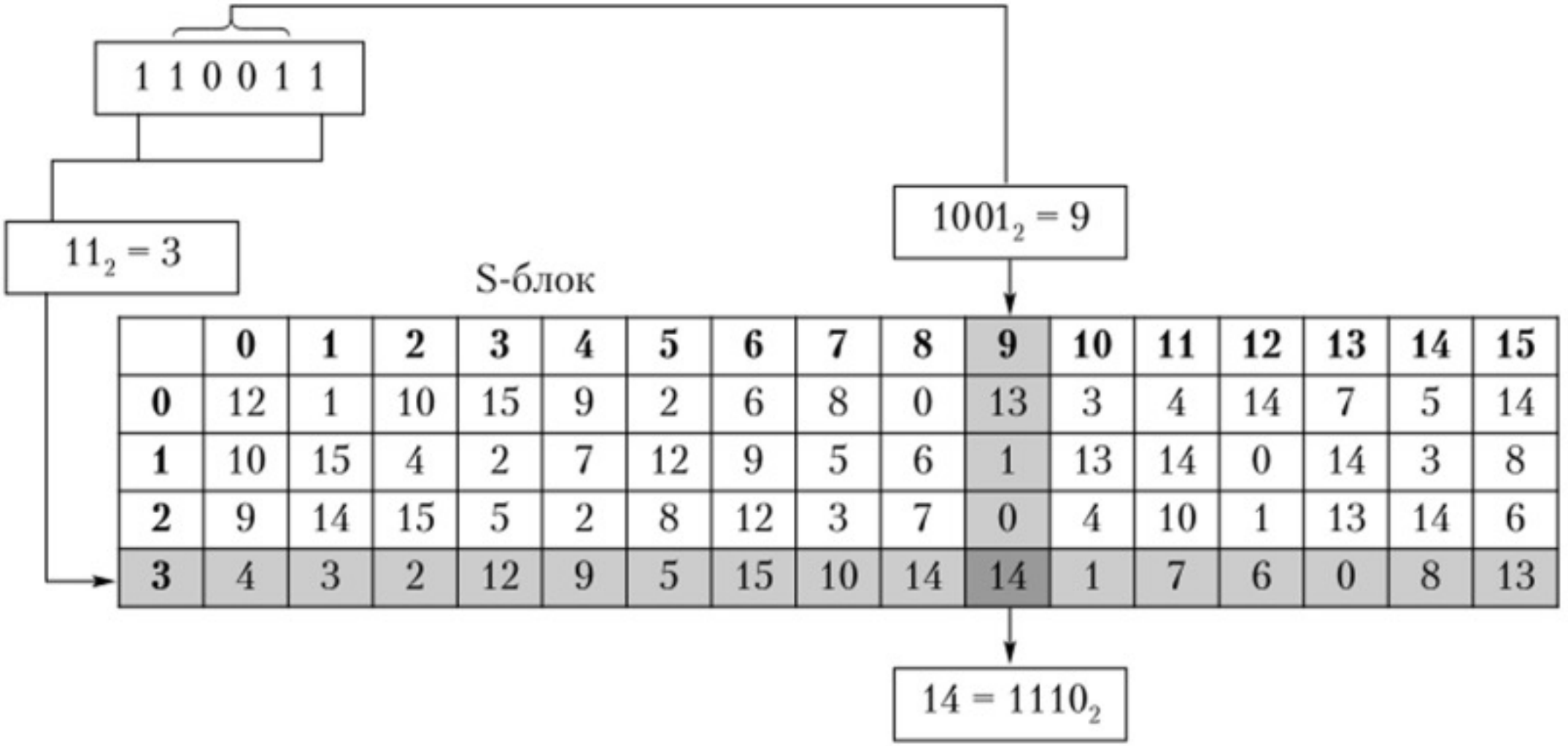
S-блок алгоритма DES
S7

S_7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	4	14	2	14	15	0	8	13	3	12	9	7	5	10	6	1
1	13	0	14	7	4	9	1	10	14	3	5	12	2	15	8	6
2	1	4	14	13	12	3	7	14	10	15	6	8	0	5	9	2
3	6	14	13	8	1	4	10	7	9	5	0	15	14	2	3	12

S-блок алгоритма DES
S8

S_8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	13	2	8	4	6	15	14	1	10	9	3	14	5	0	12	7
1	1	15	13	8	10	3	7	4	12	5	6	14	0	14	9	2
2	7	14	4	1	9	12	14	2	0	6	10	13	15	3	5	8
3	2	1	14	7	4	10	8	13	15	12	9	0	3	5	6	11

Пример действия S-блоков (S_6)

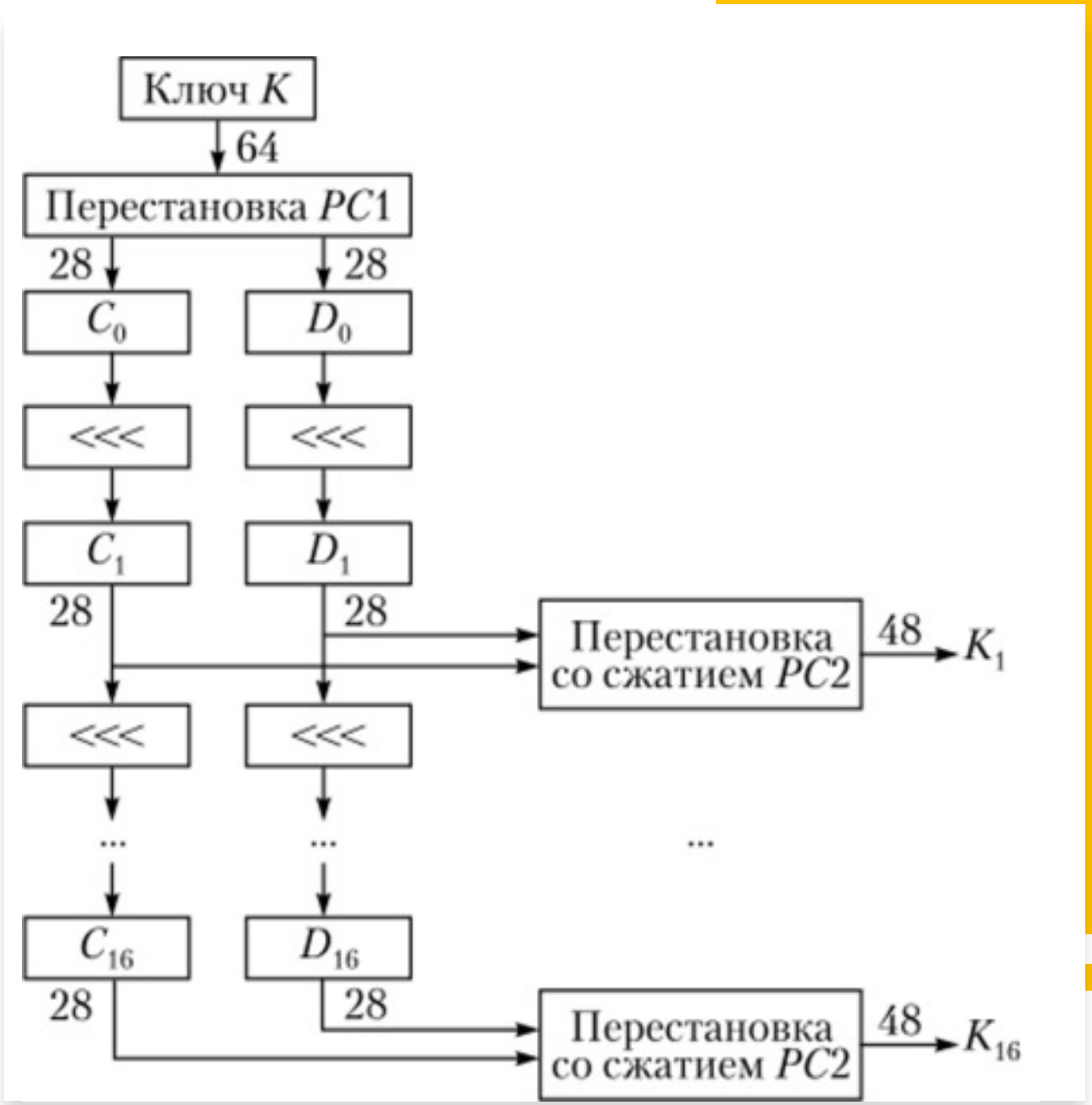


	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
0	12	1	10	15	9	2	6	8	0	13	3	4	14	7	5	14
1	10	15	4	2	7	12	9	5	6	1	13	14	0	14	3	8
2	9	14	15	5	2	8	12	3	7	0	4	10	1	13	14	6
3	4	3	2	12	9	5	15	10	14	14	1	7	6	0	8	13

Перестановка P

16	7	20	21	29	12	28	17	1	15	23	26	5	18	31	10
2	8	24	14	32	27	3	9	19	13	30	6	22	11	4	25

Вычисление раундовых ключей



Перестановка *PC1* процедуры расширения ключа

57	49	41	33	25	17	9	1	58	50	42	34	26	18
10	2	59	51	43	35	27	19	14	3	60	52	44	36
63	55	47	39	31	23	15	7	62	54	46	38	30	22
14	6	61	53	45	37	29	21	13	5	28	20	12	4

Величина циклического сдвига влево

Раунд	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	И	12	13	14	15	16
Сдвиг	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1

Перестановка со сжатием *PC2*

14	17	11	24	1	5	3	28	15	6	21	10
23	19	12	4	26	8	16	7	27	20	13	2
41	52	31	37	47	55	30	40	51	45	33	48
44	49	39	56	34	53	46	42	50	36	29	32