Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ

# Отчёт по лабораторной работе №1

По дисциплине «Методы защиты информации»
По теме «Симметричная криптография. Двойной и тройной DES»

Выполнил:
студент гр. 653501
М.Л.Спасёнов
Проверил:
В.С.Артемьев

Минск 2019

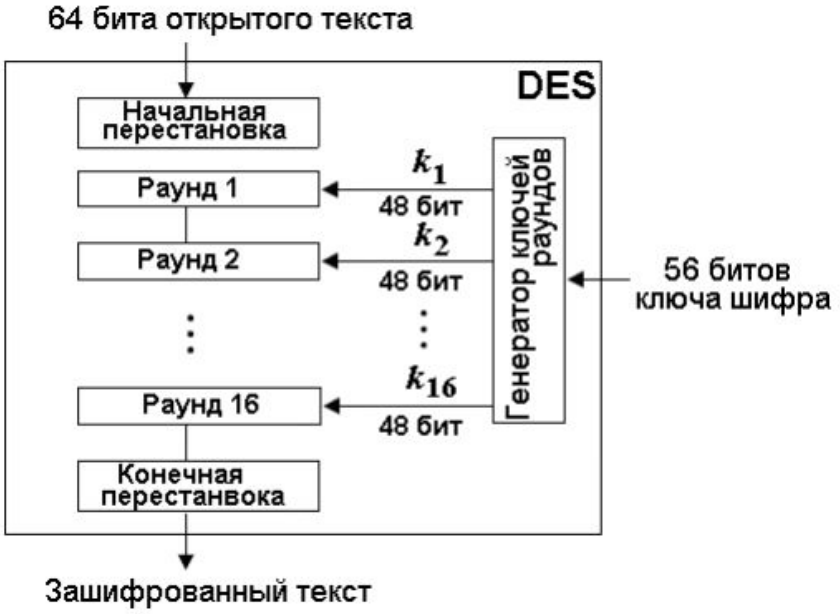
# Введение

DES (англ. Data Encryption Standard) — алгоритм для симметричного шифрования, разработанный фирмой IBM и утверждённый правительством США в 1977 году как официальный стандарт (FIPS 46-3). Размер блока для DES равен 64 битам. В основе алгоритма лежит сеть Фейстеля с 16 циклами (раундами) и ключом, имеющим длину 56 бит. Алгоритм использует комбинацию нелинейных (S-блоки) и линейных (перестановки E, IP, IP-1) преобразований.

Triple DES (3DES) — симметричный блочный шифр, созданный Уитфилдом Диффи, Мартином Хеллманом и Уолтом Тачманном в 1978 году на основе алгоритма DES с целью устранения главного недостатка последнего — малой длины ключа (56 бит), который может быть взломан методом полного перебора ключа. Скорость работы 3DES в 3 раза ниже, чем у DES, но криптостойкость намного выше — время, требуемое для криптоанализа 3DES, может быть в миллиард раз больше, чем время, нужное для вскрытия DES. 3DES используется чаще, чем DES, который легко взламывается при помощи сегодняшних технологий (в 1998 году организация Electronic Frontier Foundation, используя специальный компьютер DES Cracker, вскрыла DES за 3 дня). 3DES является простым способом устранения недостатков DES. Алгоритм 3DES построен на основе DES, поэтому для его реализации возможно использовать программы, созданные для DES. Официальное название алгоритма, используемое в стандартах - TDEA или Triple DEA (англ. Triple Data Encryption Algorithm). Однако, термин "3DES" используется более широко поставщиками, пользователями и разработчиками криптосистем.

# Алгоритм

Процесс шифрования состоит из двух перестановок, которые называют начальной и финальной (конечной) перестановками, и 16 раундов Фейстеля. Каждый раунд использует различные сгенерированные 48-битовые ключи




## Генерация ключей

Генератор ключей создает шестнадцать ключей по 48 битов из ключа шифра на 56 битов. Алгоритм генерации ключей представлен на картинке.

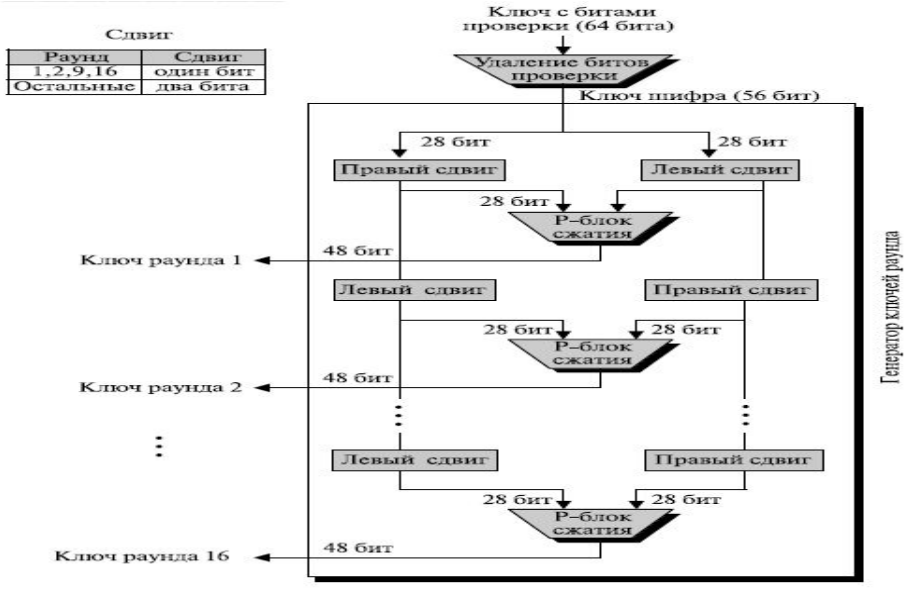


*рис. Алгоритм генерации ключей*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 17 | 11 | 24 | 01 | 05 | 03 | 28 |
| 15 | 06 | 21 | 10 | 23 | 19 | 12 | 04 |
| 26 | 08 | 16 | 07 | 27 | 20 | 13 | 02 |
| 41 | 52 | 31 | 37 | 47 | 55 | 30 | 40 |
| 51 | 45 | 33 | 48 | 44 | 49 | 39 | 56 |
| 34 | 53 | 46 | 42 | 50 | 36 | 29 | 32 |

*рис. P-блок сжатия*

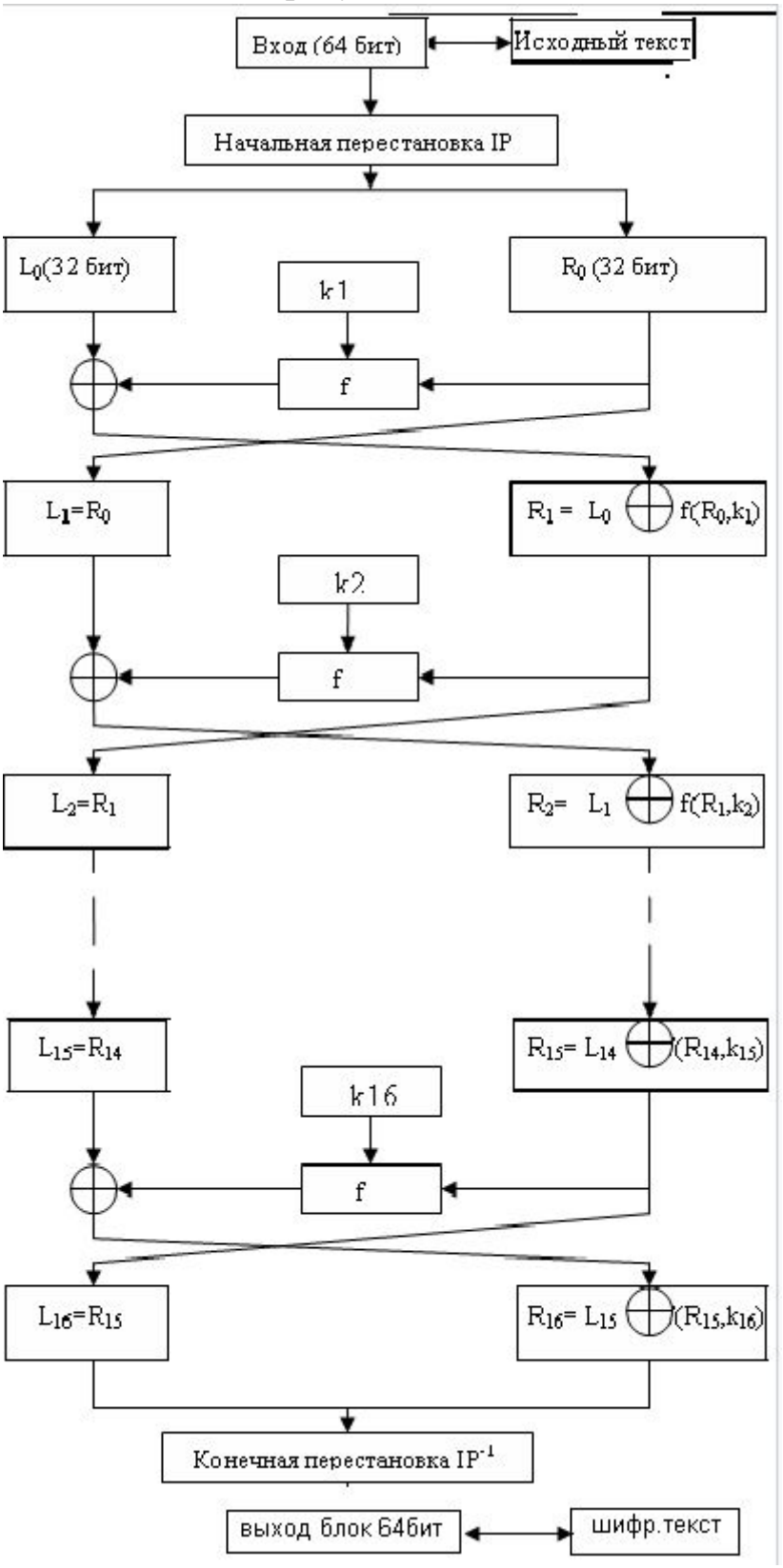
# Начальная и конечная перестановки

На вход каждой из них поступает 64 бита, которые затем переставляются в соответствии с заданными таблицами. Эти перестановки взаимно обратны

| ***Начальная перестановка*** $IP$ | | | | | | | | ***конечная перестановка*** $IP^{-1}$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58 | 50 | 42 | 34 | 26 | 18 | 10 | 2 | 40 | 8 | 48 | 16 | 56 | 24 | 64 | 32 |
| 60 | 52 | 44 | 36 | 28 | 20 | 12 | 4 | 39 | 7 | 47 | 15 | 55 | 23 | 63 | 31 |
| 62 | 54 | 46 | 38 | 30 | 22 | 14 | 6 | 38 | 6 | 46 | 14 | 54 | 22 | 62 | 30 |
| 64 | 56 | 48 | 40 | 32 | 24 | 16 | 8 | 37 | 5 | 45 | 13 | 53 | 21 | 61 | 29 |
| 57 | 49 | 41 | 33 | 25 | 17 | 9 | 1 | 36 | 4 | 44 | 12 | 52 | 20 | 60 | 28 |
| 59 | 51 | 43 | 35 | 27 | 19 | 11 | 3 | 35 | 3 | 43 | 11 | 51 | 19 | 59 | 27 |
| 61 | 53 | 45 | 37 | 29 | 21 | 13 | 5 | 34 | 2 | 42 | 10 | 50 | 18 | 58 | 26 |
| 63 | 55 | 47 | 39 | 31 | 23 | 15 | 7 | 33 | 1 | 41 | 9 | 49 | 17 | 57 | 25 |

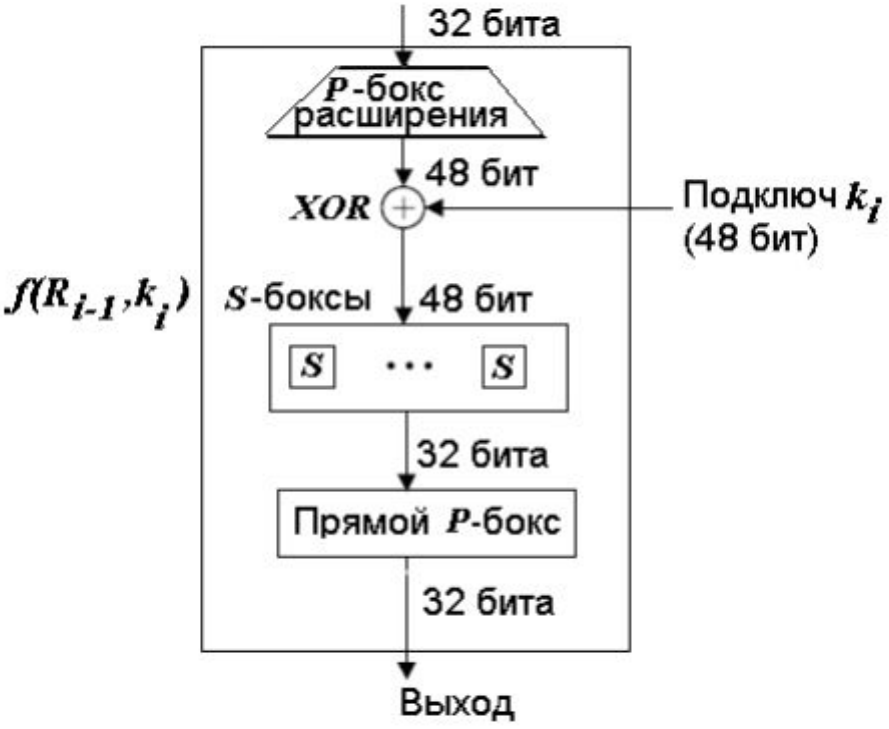
# Раунд DES

DES использует 16 раундов. Каждый раунд DES применяет шифр Фейстеля, как это показано на рисунке



# Функция DES

Функция DES с помощью 48-битового ключа зашифровывает 32 самых правых бит



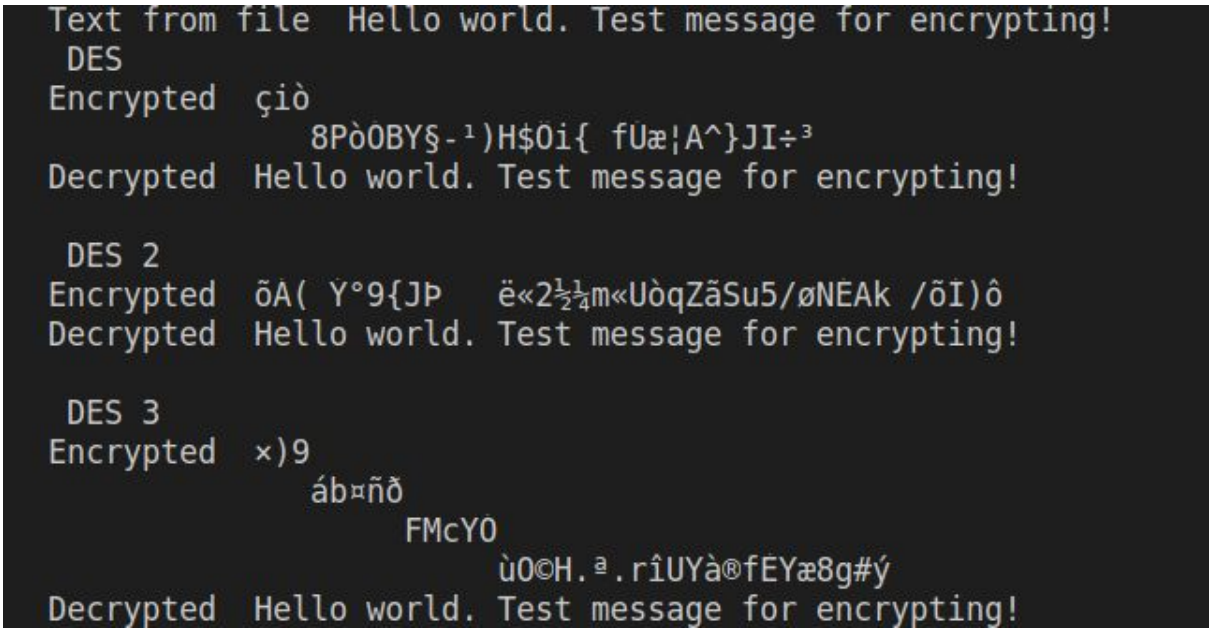

После расширения DES использует операцию XOR над расширенной частью правого полублока и ключом раунда. После суммирования с битами ключа блок из 48 битов делится на 8 последовательных 6-битових векторов каждый из которых заменяется на 4-битовий вектор с помощью S -боксов

| | | $S$-боксы | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $l$ — номер столбца | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| номер строки $m$ | 0 | 14 | 4 | 13 | 1 | 2 | 15 | 11 | 8 | 3 | 10 | 6 | 12 | 5 | 9 | 0 | 7 | $S_1$ |
| | 1 | 0 | 15 | 7 | 4 | 14 | 2 | 13 | 1 | 10 | 6 | 12 | 11 | 9 | 5 | 3 | 8 | |
| | 2 | 4 | 1 | 14 | 8 | 13 | 6 | 2 | 11 | 15 | 12 | 9 | 7 | 3 | 10 | 5 | 0 | |
| | 3 | 15 | 12 | 8 | 2 | 4 | 9 | 1 | 7 | 5 | 11 | 3 | 14 | 10 | 0 | 6 | 13 | |
| | 0 | 15 | 1 | 8 | 14 | 6 | 11 | 3 | 4 | 9 | 7 | 2 | 13 | 12 | 0 | 5 | 10 | $S_2$ |
| | 1 | 3 | 13 | 4 | 7 | 15 | 2 | 8 | 14 | 12 | 0 | 1 | 10 | 6 | 9 | 11 | 5 | |
| | 2 | 0 | 14 | 7 | 11 | 10 | 4 | 13 | 1 | 5 | 8 | 12 | 6 | 9 | 3 | 2 | 15 | |
| | 3 | 13 | 8 | 10 | 1 | 3 | 15 | 4 | 2 | 11 | 6 | 7 | 12 | 0 | 5 | 14 | 9 | |
| | 0 | 10 | 0 | 9 | 14 | 6 | 3 | 15 | 5 | 1 | 13 | 12 | 7 | 11 | 4 | 2 | 8 | $S_3$ |
| | 1 | 13 | 7 | 0 | 9 | 3 | 4 | 6 | 10 | 2 | 8 | 5 | 14 | 12 | 11 | 15 | 1 | |
| | 2 | 13 | 6 | 4 | 9 | 8 | 15 | 3 | 0 | 11 | 1 | 2 | 12 | 5 | 10 | 14 | 7 | |
| | 3 | 1 | 10 | 13 | 0 | 6 | 9 | 8 | 7 | 4 | 15 | 14 | 3 | 11 | 5 | 2 | 12 | |
| | 0 | 7 | 13 | 14 | 3 | 0 | 6 | 9 | 10 | 1 | 2 | 8 | 5 | 11 | 12 | 4 | 15 | $S_4$ |
| | 1 | 13 | 8 | 11 | 5 | 6 | 15 | 0 | 3 | 4 | 7 | 2 | 12 | 1 | 10 | 14 | 9 | |
| | 2 | 10 | 6 | 9 | 0 | 12 | 11 | 7 | 13 | 15 | 1 | 3 | 14 | 5 | 2 | 8 | 4 | |
| | 3 | 3 | 15 | 0 | 6 | 10 | 1 | 13 | 8 | 9 | 4 | 5 | 11 | 12 | 7 | 2 | 14 | |
| | 0 | 2 | 12 | 4 | 1 | 7 | 10 | 11 | 6 | 8 | 5 | 3 | 15 | 13 | 0 | 14 | 9 | $S_5$ |
| | 1 | 14 | 11 | 2 | 12 | 4 | 7 | 13 | 1 | 5 | 0 | 15 | 10 | 3 | 9 | 8 | 6 | |
| | 2 | 4 | 2 | 1 | 11 | 10 | 13 | 7 | 8 | 15 | 9 | 12 | 5 | 6 | 3 | 0 | 14 | |
| | 3 | 11 | 8 | 12 | 7 | 1 | 14 | 2 | 13 | 6 | 15 | 0 | 9 | 10 | 4 | 5 | 3 | |
| | 0 | 12 | 1 | 10 | 15 | 9 | 2 | 6 | 8 | 0 | 13 | 3 | 4 | 14 | 7 | 5 | 11 | $S_6$ |
| | 1 | 10 | 15 | 4 | 2 | 7 | 12 | 9 | 5 | 6 | 1 | 13 | 14 | 0 | 11 | 3 | 8 | |
| | 2 | 9 | 14 | 15 | 5 | 2 | 8 | 12 | 3 | 7 | 0 | 4 | 10 | 1 | 13 | 11 | 6 | |
| | 3 | 4 | 3 | 2 | 12 | 9 | 5 | 15 | 10 | 11 | 14 | 1 | 7 | 6 | 0 | 8 | 13 | |
| | 0 | 4 | 11 | 2 | 14 | 15 | 0 | 8 | 13 | 3 | 12 | 9 | 7 | 5 | 10 | 6 | 1 | $S_7$ |
| | 1 | 13 | 0 | 11 | 7 | 4 | 9 | 1 | 10 | 14 | 3 | 5 | 12 | 2 | 15 | 8 | 6 | |
| | 2 | 1 | 4 | 11 | 13 | 12 | 3 | 7 | 14 | 10 | 15 | 6 | 8 | 0 | 5 | 9 | 2 | |
| | 3 | 6 | 11 | 13 | 8 | 1 | 4 | 10 | 7 | 9 | 5 | 0 | 15 | 14 | 2 | 3 | 12 | |
| | 0 | 13 | 2 | 8 | 4 | 6 | 15 | 11 | 1 | 10 | 9 | 3 | 14 | 5 | 0 | 12 | 7 | $S_8$ |
| | 1 | 1 | 15 | 13 | 8 | 10 | 3 | 7 | 4 | 12 | 5 | 6 | 11 | 0 | 14 | 9 | 2 | |
| | 2 | 7 | 11 | 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 | |

# Выполнение программы

Текст для кодирования - Hello world. Test message for encrypting!

Ход выполнения программы:



Вывод

Алгоритм DES оказался достаточно простым в реализации и все же не самым надежным алгоритмом шифрования, но, по моему мнению, он отлично подходит для разработки студенческих проектов.