v. 2.0

Криптография

Лекция 10. Мобильная связь.

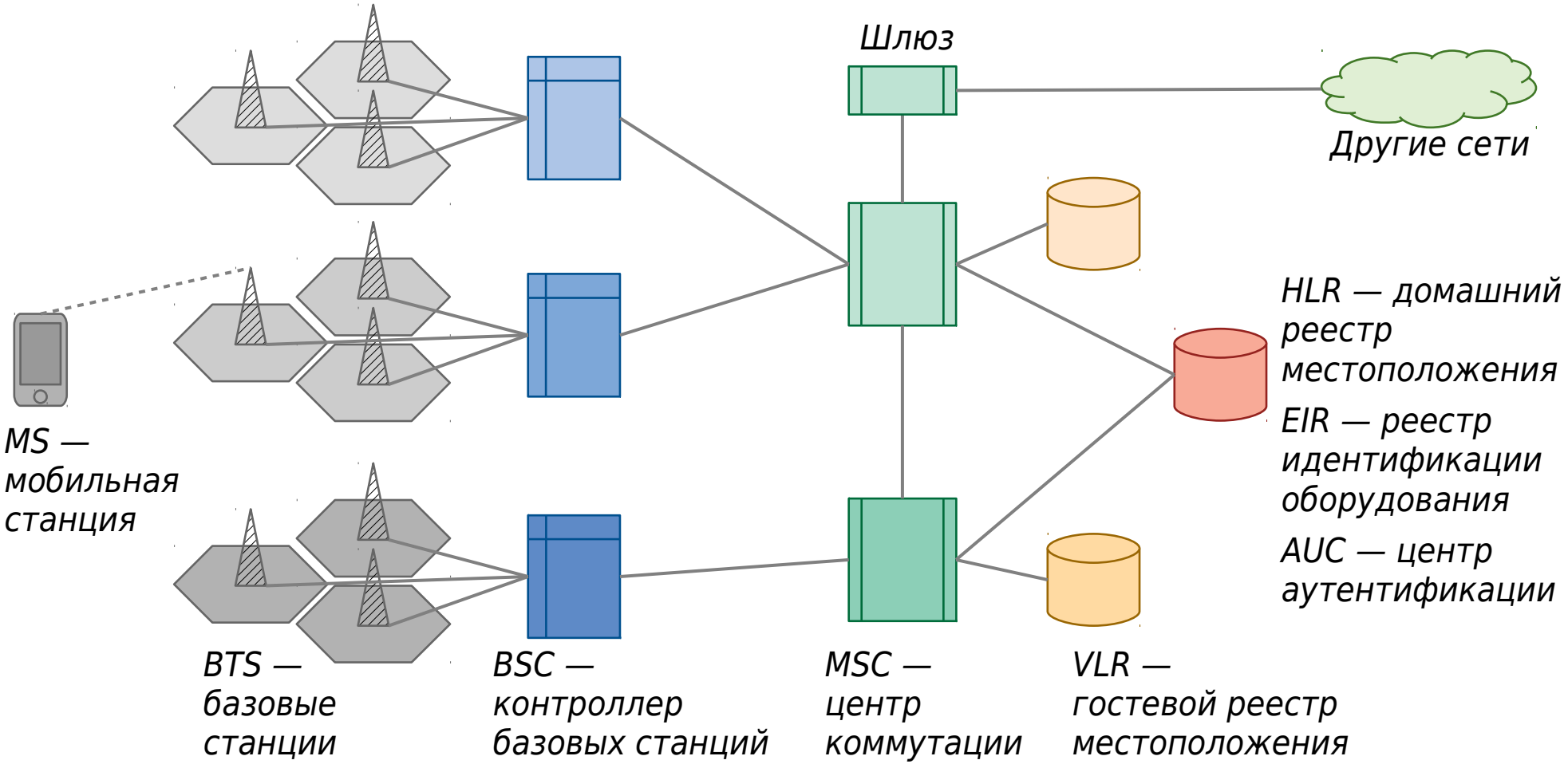
Дмитрий Яхонтов

“Кочерга”, 2019

Поколения сотовой связи

1G	2G	2.5G	3G	4G	5G
1980-е аналоговые	*1991 19.5 кбит/с*	*2000 400 кбит/с*	*2001 10 Мбит/с*	*2009 100 Мбит/с*	*??? 1 Гбит/с*
AMPS NMT TACS	***GSM CDMA-1***	***HSCSD GPRS EDGE***	***UMTS WCDMA HSPA***	***LTE WiMAX***	

Структура сети GSM



Идентификация абонента

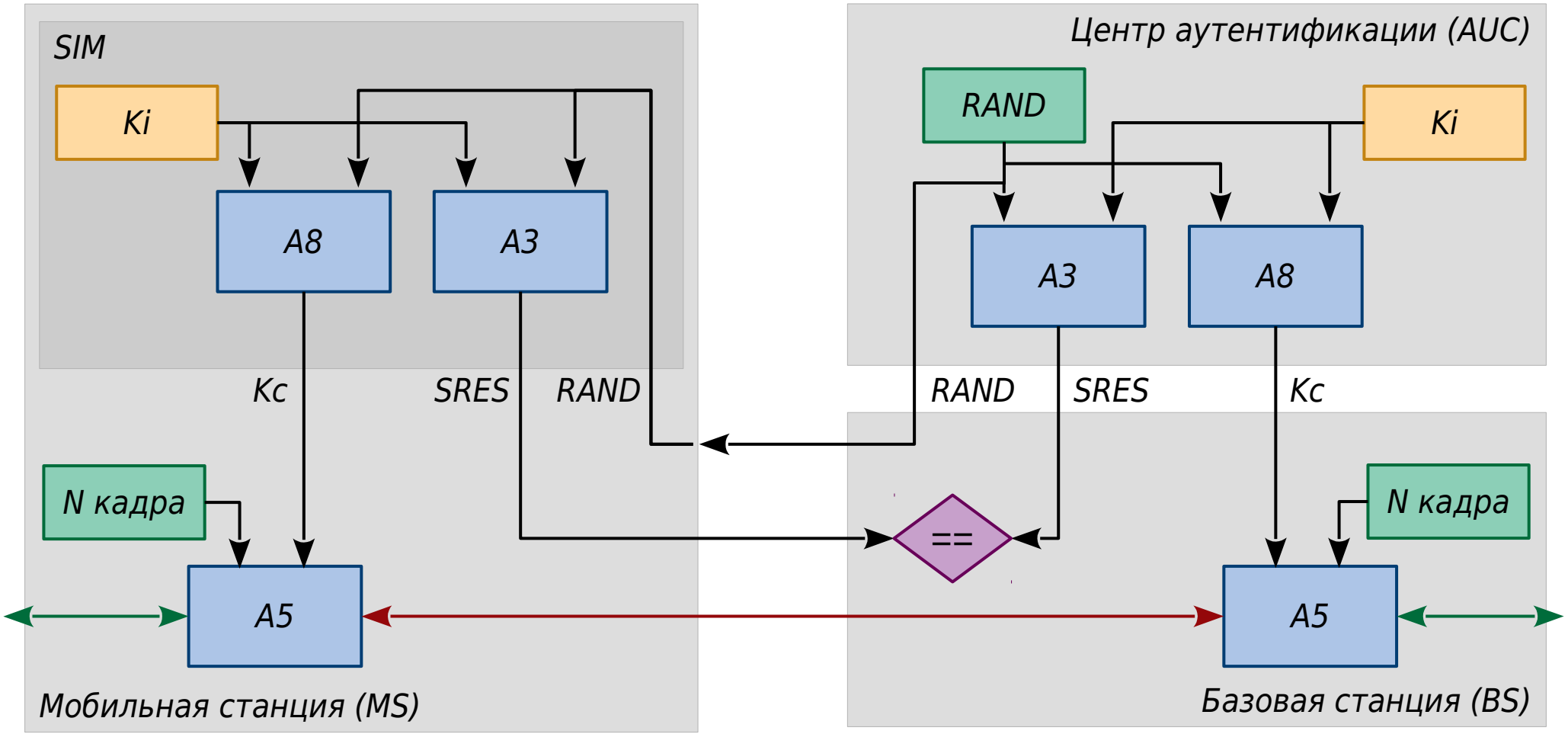
IMEI (International Mobile Equipment Identity) — международный идентификатор мобильного оборудования. Уникальный номер мобильного устройства.

MSISDN (Mobile Subscriber Integrated Services Digital Number) — телефонный номер вида 7-916-1234567. Ассоциирован с IMSI.

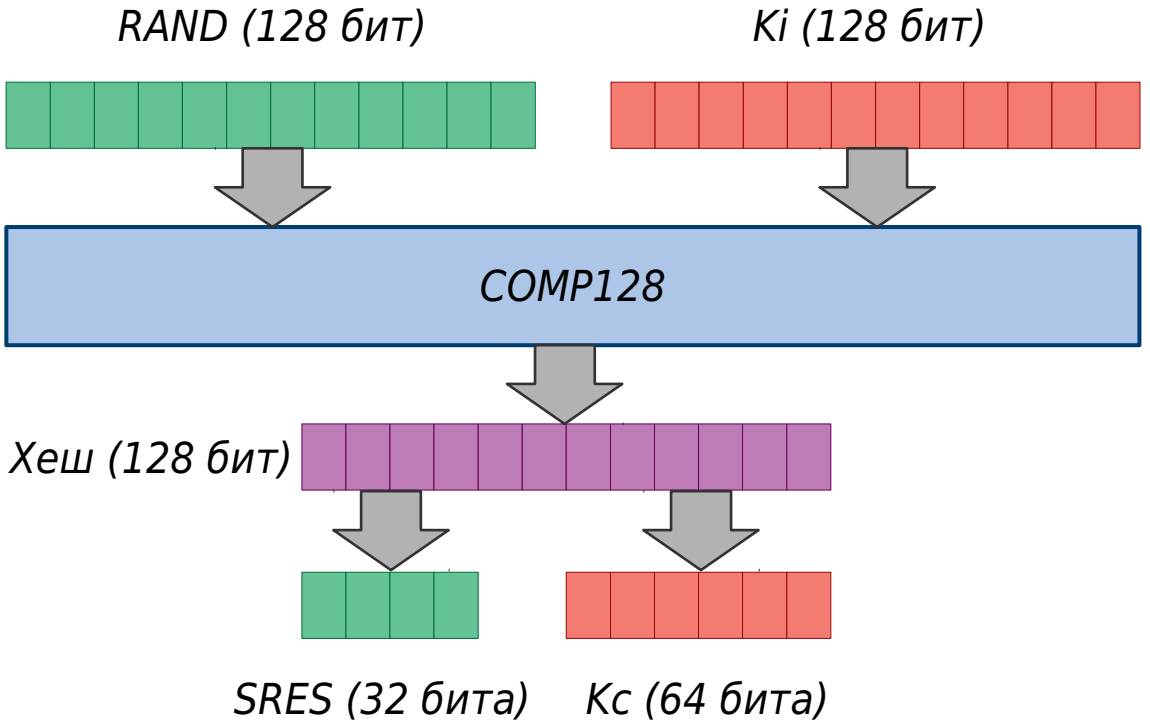
IMSI (International Mobile Subscriber Identity) — международный идентификатор мобильного абонента. Включает в себя код страны, код мобильной сети и собственно ID пользователя. Хранится на SIM. Передается при первой регистрации в сети.

TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) — временный идентификатор мобильного абонента. Назначается случайно после успешной аутентификации абонента. Действует в пределах зоны обслуживания данного VLR.

Аутентификация и шифрование в GSM



Алгоритмы A3 и A8 (COMP128)



Функции A3 и A8 одновременно выполняет один алгоритм. Старшие 32 бита результата используются как SRES, младшие 64 бита — как Kc.

COMP128 v1 — хеш-функция разрядностью 128 бит, 8 раундов.

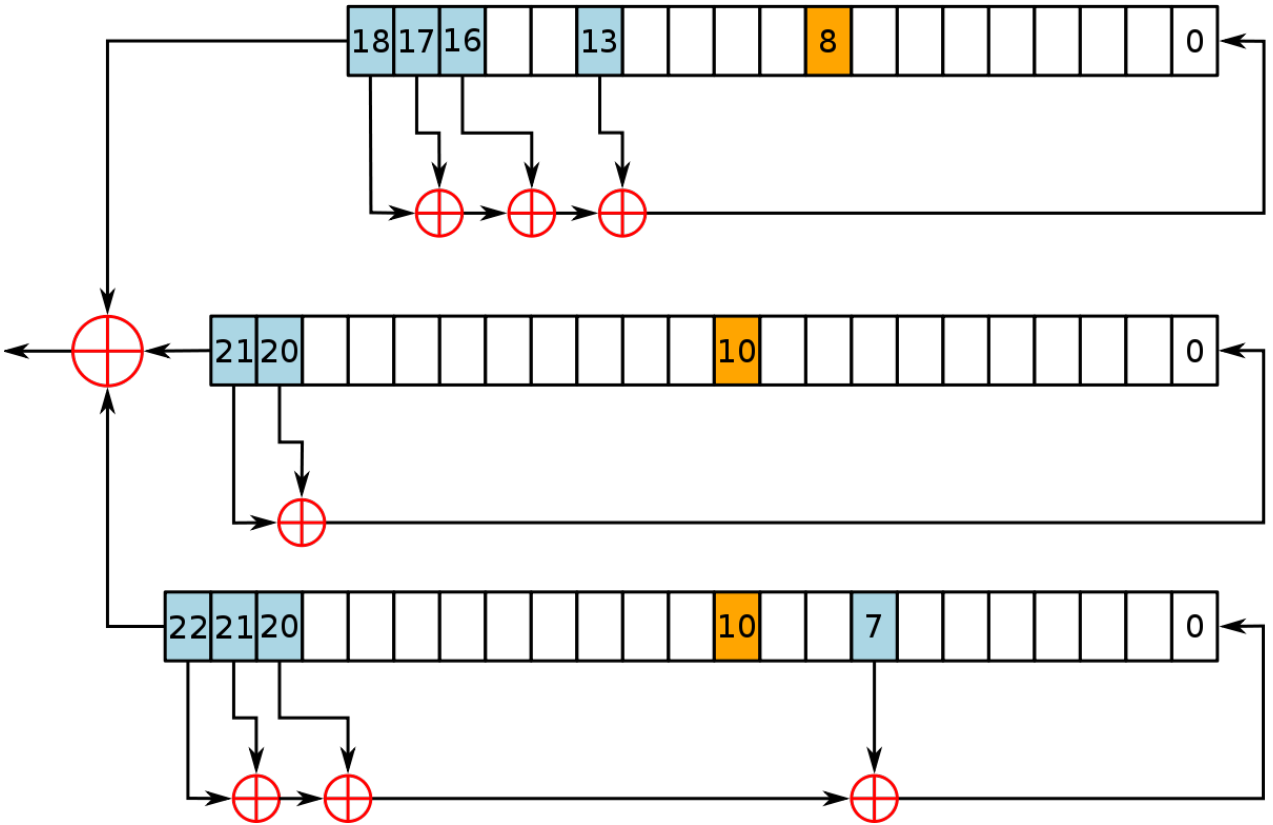
COMP128 v2
COMP128 v3 — усиленные версии.

COMP128 v4 (Milenage) — основан на алгоритме AES

Уязвимости COMP128 v1

- Недостаточный лавинный эффект
- Наличие коллизий
- Уязвимость к дифференциальному криптоанализу
- 1998 г, вскрытие Ki за примерно 150 000 запросов к SIM (8 часов)
- 2002 г, атака с использованием побочного канала
  (анализ потребляемого тока SIM),
  вскрытие Ki за 250–1000 запросов (секунды)

Алгоритм A5/1

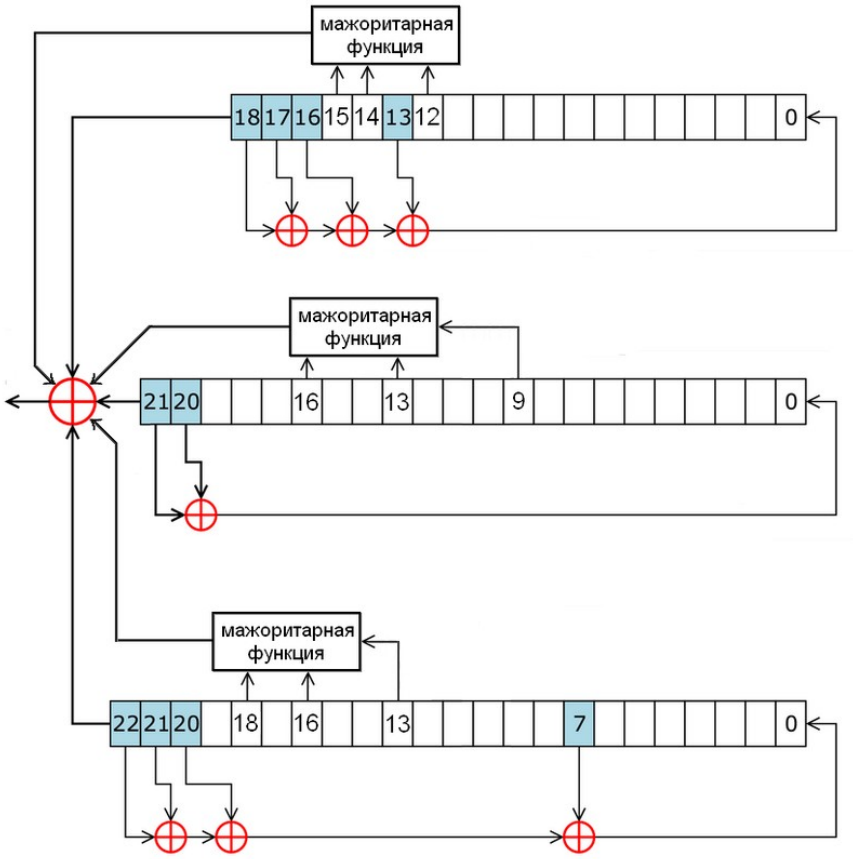


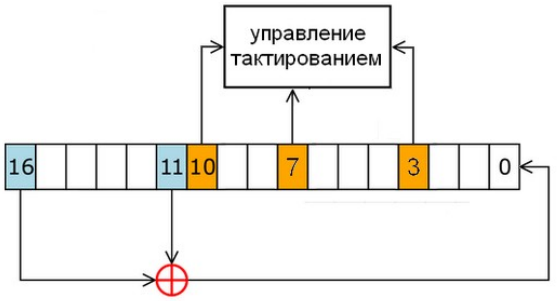
Три сдвиговых регистра с длинами 19, 22 и 23.

Каждый регистр (биты 8, 10 и 10) управляет тактированием двух остальных регистров

Инициализация: XOR младшего бита каждого регистра с битом ключа (64 такта), затем аналогично с номером кадра (22 такта)

Алгоритм A5/2 (ослабленная версия)





Добавлен четвертый регистр для управления тактированием

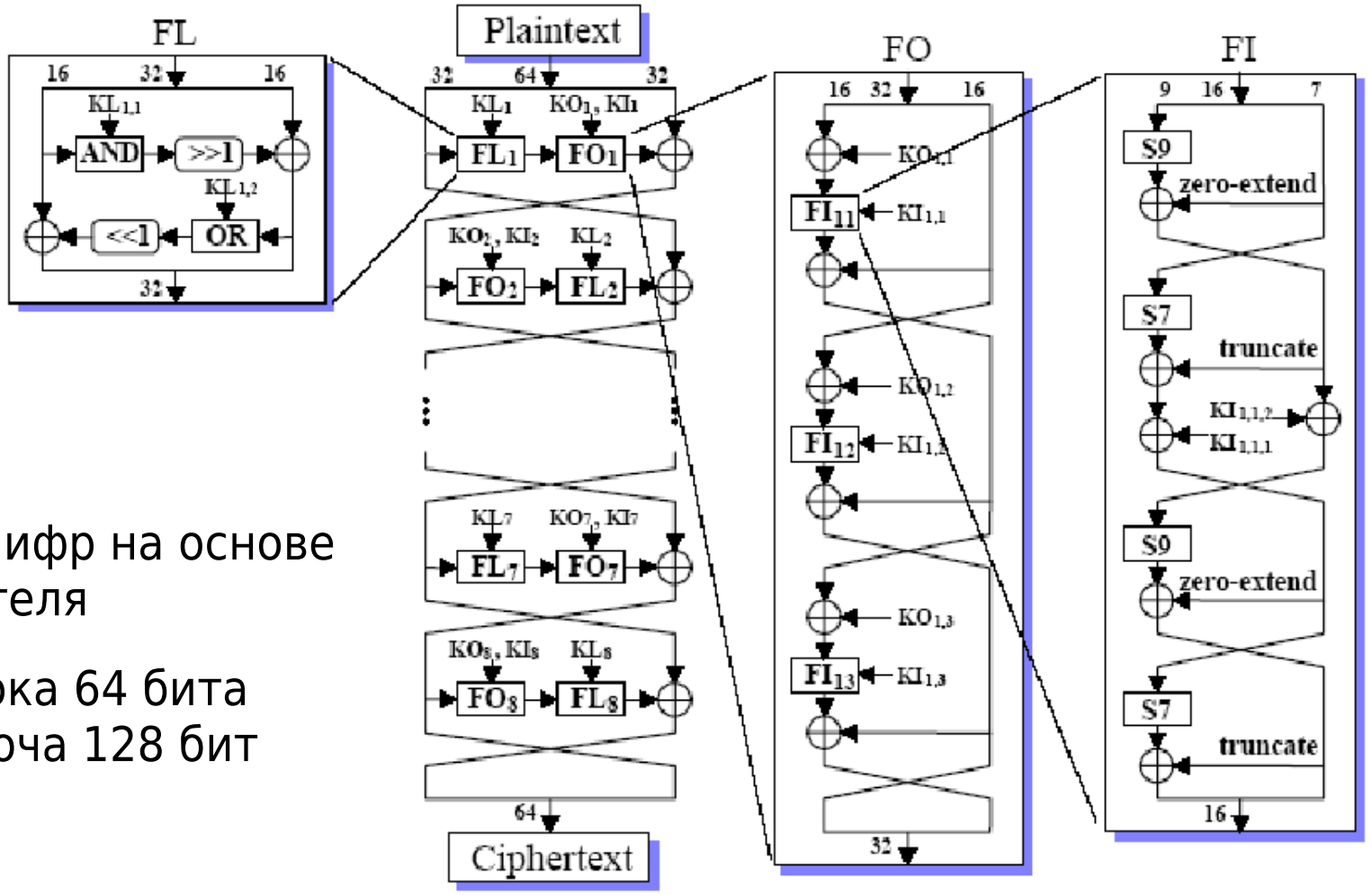
Изменена формула подсчета выходного значения

Изменена процедура инициализации

Уязвимости A5/1

- Малая длина ключа — 64 бита
- 10 бит ключа принудительно занулены
- Наличие слабых ключей, дающих малую длину гаммы
- Передача нулевых кадров в начале сеанса связи
  (возможна атака по открытому тексту)
- 1997 г, атака по 64 битам гаммы, сложность 2^{40} (десятки минут – часы)
- 1999 г, атака по 64 битам гаммы, сложность 2^{17} (секунды), 2 ТБ памяти
- 2002 г, корреляционная атака по 2000 кадрам, без предвычислений
- 2008 г, первая практическая демонстрация атаки

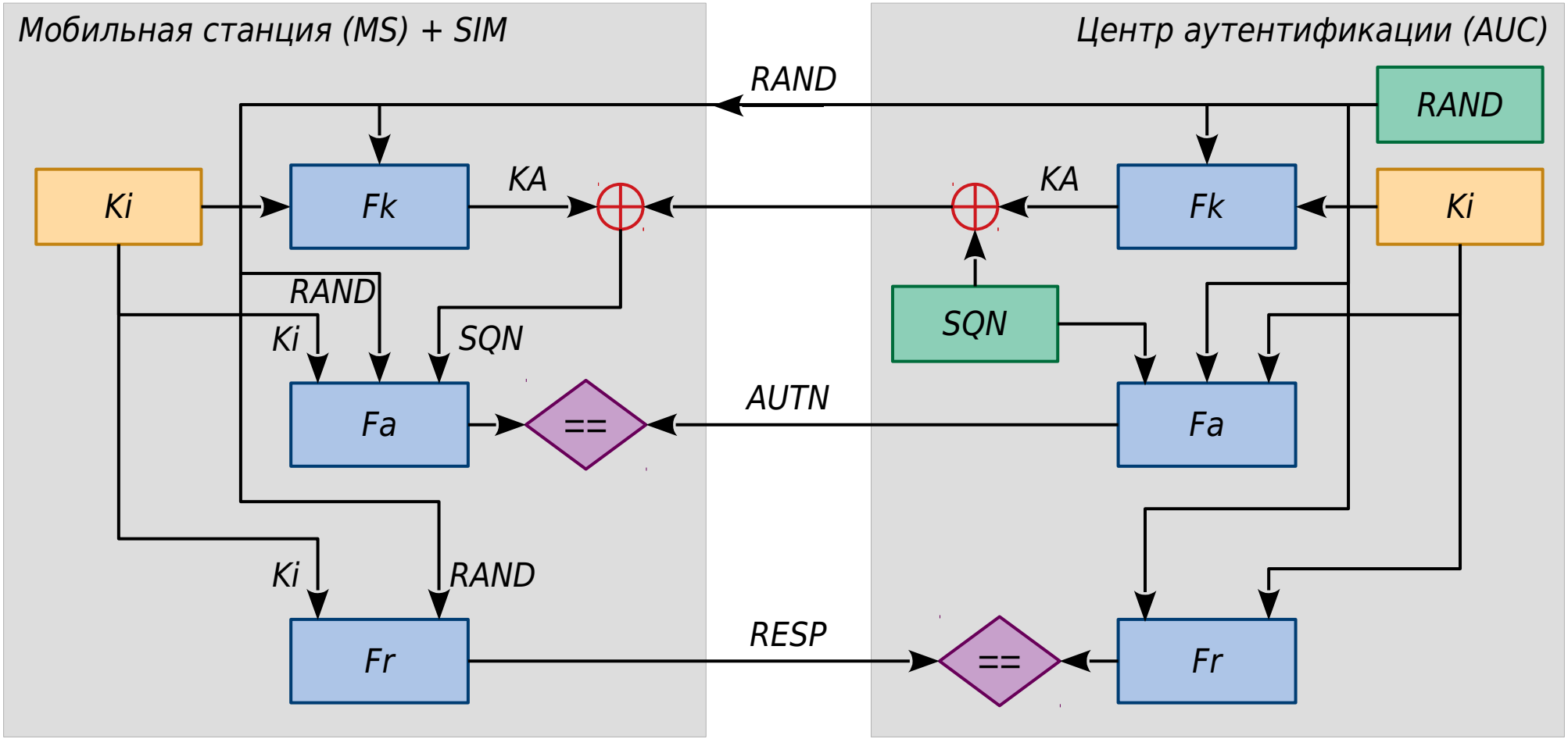
Алгоритм A5/3 (KASUMI)



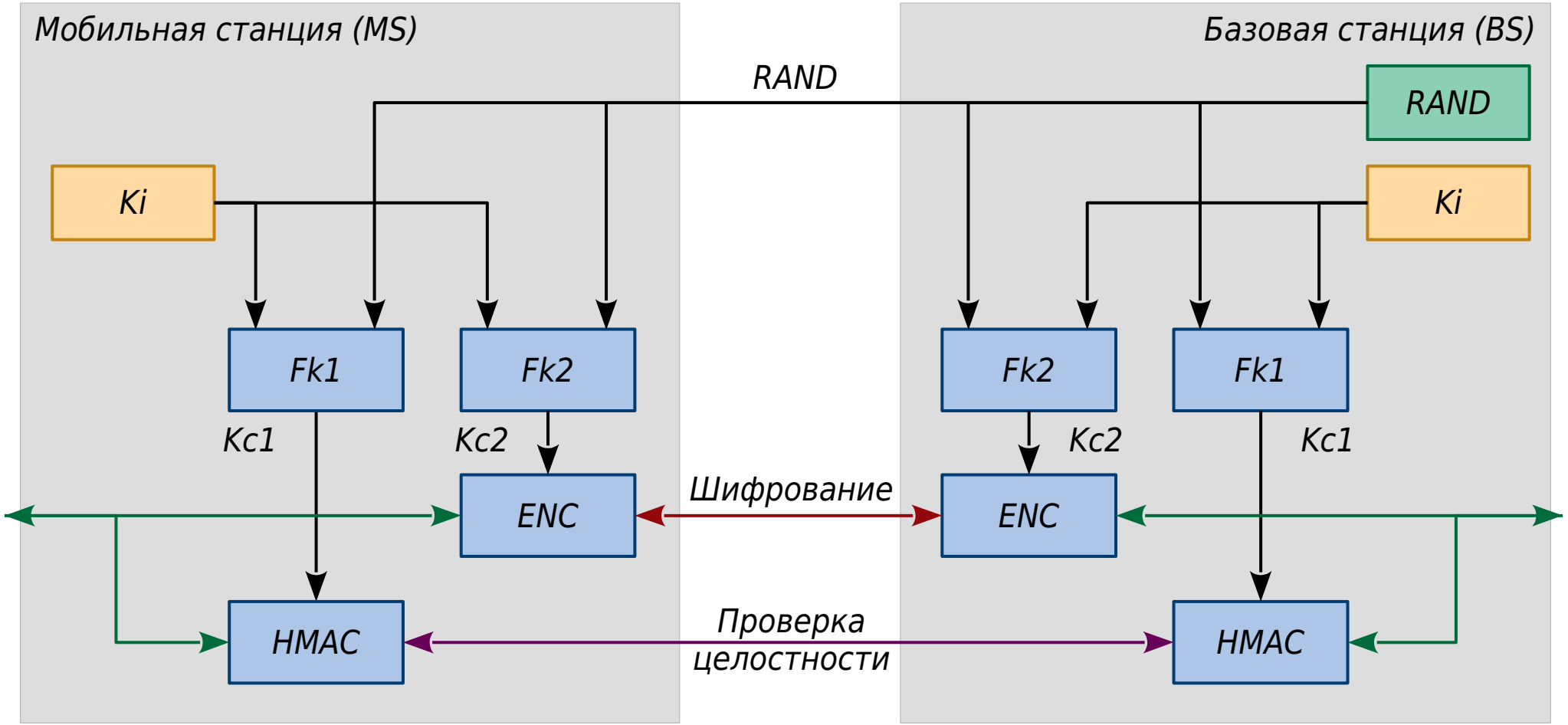
Блочный шифр на основе сети Фейстеля

Размер блока 64 бита
Размер ключа 128 бит
8 раундов

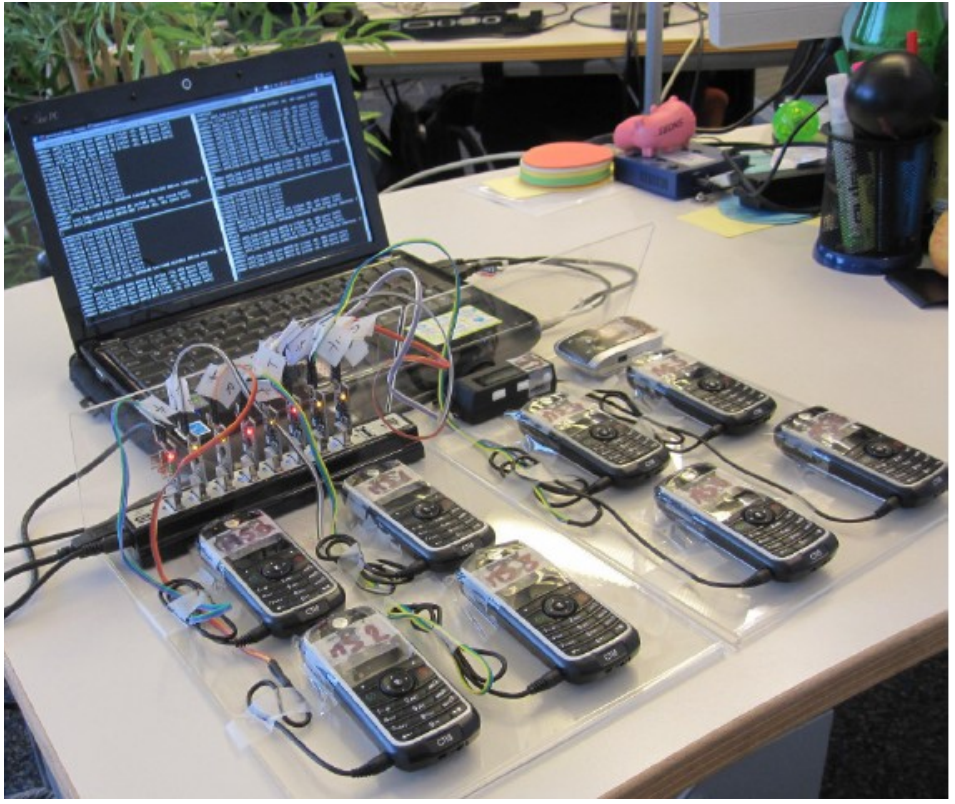
Аутентификация в 3G–сетях



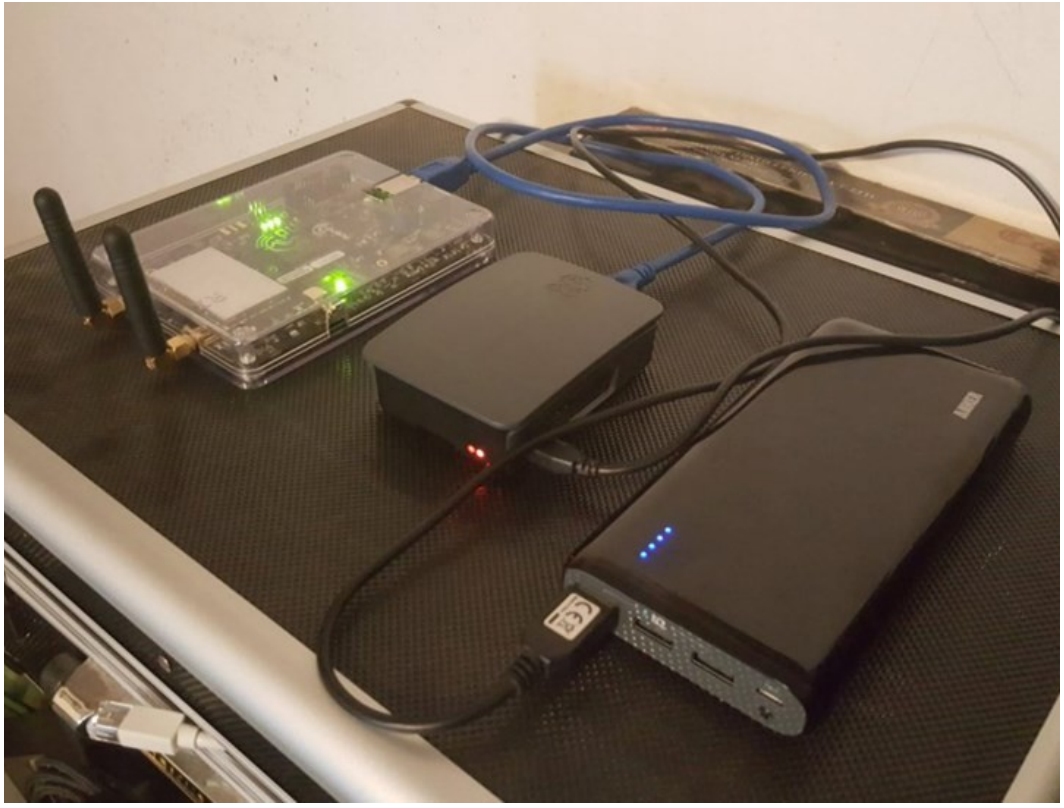
Шифрование в 3G–сетях



Поддельные базовые станции



На основе телефонов Motorola C123



На основе SDR (Software Defined Radio) bladeRF

Ссылки

- Обратная связь:
  - android.ruberoid@gmail.com
  - @androidruberoid
- Анонсы:
  - facebook.com/kocherga.club
  - vk.com/kocherga_club
  - vk.com/kocherga_prog
- Материалы лекций:
  - github.com/notOcelot/Kocherga_crypto
- Видео:
  - youtube.com/channel/UCeLSDFOndl4eKFutg3oowHg