
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
(РОССТАНДАРТ)

Технический комитет 026

«Криптографическая защита информации»

СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ
ЗАЩИТА КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ

ТЕХНИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ

**ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГОСТ 28147-89, ГОСТ Р 34.11-94
И ГОСТ Р 34.10-2001 ПРИ СОГЛАСОВАНИИ КЛЮЧЕЙ
В ПРОТОКОЛАХ IKE И ISAKMP**

(проект)

Москва

2013

Содержание

1	Введение	4
2	Нормативные ссылки	4
2.1	Дополнительные ссылки	5
2.2	Информативные ссылки	5
3	Основные понятия, термины и определения	6
3.1	Терминология требований.....	6
3.2	Определения	6
3.3	Условные обозначения	7
3.4	Аббревиатуры и сокращения.....	8
4	Хэш-функция ГОСТ Р 34.11-94	8
5	Шифрование ГОСТ 28147-89 вложений ISAKMP	8
5.1	Требования к шифрованию вложений на фазе 1	9
5.2	Требования к шифрованию вложений на фазе 2	9
6	Шифрование и имитозащита вложений.....	10
7	Методы аутентификации	11
7.1	Метод аутентификации GOST-IKE-PSK.....	12
7.2	Метод аутентификации GOST-IKE-SIGNATURE.....	12
8	Обмены фазы 2	13
8.1	Уточнение использования в Быстром режиме	14
9	Дополнительные параметры и атрибуты ISAKMP SA.....	14
9.1	Алгоритм хэширования ГОСТ Р 34.11-94 и параметры	15
9.2	Алгоритм ГОСТ 28147-89 и параметры.....	15
9.3	Идентификаторы методов расширения IKE	15
9.4	Описания групп типа VKO GOST R 34.10-2001	15
9.5	Тип VKO GOST R 34.10-2001 для группы IKE.....	16
9.6	PFS Control.....	16
9.7	Максимальное число сообщений (Max Messages).....	16
10	Регистрация IANA.....	16
10.1	Приватные номера преобразований	17
10.2	Регистрации в IANA не подлежат	17
11	Примеры	17
11.1	Примеры значений HMAC_GOSTR3411	18
11.2	Пример GOST-IKE-PSK.....	19
11.3	Тестовые пакеты GOST-IKE-SIGNATURE	27

1 Введение

Протокол обмена ключами (IKE) обеспечивает согласование параметров и ключевого материала (**RFC2409**) для сопоставления безопасности (SA).

Полное описание протокола IKE приведено в **RFC2407**, **RFC2408**, **RFC2409** и **RFC4306**.

В данной технической спецификации описываются особенности реализации и дополнительные идентификаторы параметров протокола IKE (**RFC2409**) в рамках ISAKMP (**RFC2408**) при использовании с алгоритмами ГОСТ 28147-89, ГОСТ Р 34.11-94 и ГОСТ Р 34.10-2001.

В данном документе содержится описание использования данных алгоритмов. В нем не определяются сами криптографические алгоритмы и форматы представления криптографических типов данных. Алгоритмы определяются в национальных стандартах ГОСТ 28147-89, ГОСТ Р 34.11-94 и ГОСТ Р 34.10-2001, а представление данных и параметров соответствует требованиям документов **RFC4357**, **RFC4491** и **RFC4490**.

Необходимость разработки данного документа была вызвана потребностью в обеспечении совместимости реализаций протоколов IPsec российских производителей.

2 Нормативные ссылки

Указанные в этом разделе спецификации ссылочные документы являются обязательными для их применения. Для датированных ссылок используют только указанное здесь издание. Для недатированных ссылок - последнее и актуальное издание со всеми изменениями и дополнениями:

ГОСТ 28147-89 — Государственный комитет СССР по стандартам, «Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования», Государственный стандарт СССР, ГОСТ 28147-89, 1989.

ГОСТ Р 34.10-2001 — Государственный комитет Российской Федерации по стандартам, «Информационные технологии. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи», ГОСТ Р 34.10-2001, Государственный стандарт Российской Федерации, 2001.

ГОСТ Р 34.11-94 — Государственный комитет Российской Федерации по стандартам, «Информационные технологии. Криптографическая защита информации. Функция хэширования», ГОСТ Р 34.11-94, Государственный стандарт Российской Федерации, 1994.

ГОСТ 34.311-95 — Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации Содружества Независимых Государств (EASC), «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хэширования (на русском языке)», ГОСТ 34.311-95, Минск, 1995.

ГОСТ 34.310-2004 — Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации Содружества Независимых Государств (EASC), «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процессы формирования и проверки электронной цифровой подписи на базе асимметричного криптографического алгоритма (на русском языке)», ГОСТ 34.310-2004, Минск, 2004.

CPESP — Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ), «Системы обработки информации. Защита криптографическая. Техническая спецификация по использованию комбинированного алгоритма шифрования вложений IPsec ESP на основе ГОСТ 28147-89», 2013.

СПАН — Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ), «Системы обработки информации. Защита криптографическая. Техническая спецификация по использованию алгоритмов обеспечения целостности IPsec (AH, ESP) на основе ГОСТ Р 34.11-94», 2013.

2.1 Дополнительные ссылки

RFC2119 — С. Браднер, «Ключевые слова для использования в документах RFC, указывающие уровень требований», стандарт BCP 14, март 1997 г. (Bradner S., Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels, BCP 14, IETF RFC 2119, March 1997).

RFC2407 — Д. Пайпер, «Область интерпретации IPsec для ISAKMP» (Piper D., The Internet IP Security Domain of Interpretation for ISAKMP, IETF RFC 2407, November 1998).

RFC2408 — Д. Шнейдер, М. Шертлер, «Протокол управления ключами и группами параметров сетевой безопасности (ISAKMP)» (Maughan D., Schneider M. and M. Schertler, Internet Security Association and Key Management Protocol (ISAKMP), IETF RFC 2408, November 1998).

RFC2409 — Д. Харкинс, Д. Каррел, «Протокол согласования ключей (IKE)» (Harkins, D. and D. Carrel, The Internet Key Exchange (IKE), IETF RFC 2409, November 1998).

RFC4357 — В. Попов, И. Курепкин, С. Леонтьев, «Дополнительные алгоритмы шифрования для использования с алгоритмами по ГОСТ 28147-89, ГОСТ Р 34.10-94, ГОСТ Р 34.10-2001 и ГОСТ Р 34.11-94» (Popov V., Kurepkin I. and S. Leontiev, Additional Cryptographic Algorithms for Use with GOST 28147-89, GOST R 34.10-94, GOST R 34.10-2001, and GOST R 34.11-94 Algorithms, IETF RFC 4357, January 2006).

RFC4490 — С. Леонтьев, Г. Чудов, «Методические рекомендации по использованию алгоритмов ГОСТ 28147-89, ГОСТ Р 34.11-94, ГОСТ Р 34.10-94 и ГОСТ Р 34.10-2001 с синтаксисом криптографических сообщений (CMS)» (S. Leontiev, G. Chudov, Using the GOST 28147-89, GOST R 34.11-94, GOST R 34.10-94, and GOST R 34.10-2001 Algorithms with Cryptographic Message Syntax (CMS), IETF RFC 4490, May 2006).

RFC4491 — С. Леонтьев, Д. Шефановский, «Методические рекомендации по использованию алгоритмов ГОСТ Р 34.10-2001 и ГОСТ Р 34.11-94 в профиле сертификата и списка отзыва сертификатов инфраструктуры открытых ключей X.509 Интернет» (S. Leontiev, D. Shefanovski, Using the GOST R 34.10-94, GOST R 34.10-2001, and GOST R 34.11-94 Algorithms with the Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and CRL Profile, IETF RFC 4491, May 2006).

2.2 Информативные ссылки

ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99 — Государственный комитет Российской Федерации по стандартам, «Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель», (Information technology. Open systems interconnection. Basic reference model. Part 1. The basic model), ИПК Издательство стандартов, 1999.

99-ФЗ — Федеральный закон от 04.05.2011 N 99-ФЗ (ред. от 19.10.2011, с изм. от 21.11.2011) «О лицензировании отдельных видов деятельности».

ПП РФ №313 — Постановление Правительства Российской Федерации от 16 преля 2012 г. № 313 «Положение о лицензировании деятельности по разработке, производству, распространению шифровальных (криптографических) средств, информационных систем и телекоммуникационных систем, защищенных с использованием шифровальных (криптографических) средств, выполнению работ, оказанию услуг в области шифрования информации, техническому обслуживанию шифровальных (криптографических) средств, информационных систем и телекоммуникационных систем, защищенных с использованием шифровальных (криптографических) средств (за исключением случая, если техническое обслуживание шифровальных (криптографических) средств, информационных систем и телекоммуникационных систем, защищенных с использованием шифровальных (криптографических) средств, осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя)».

RFC2675 — Д. Борман, С. Диринг, Р. Хинден, «Слонограммы IPv6» (Borman, D., Deering, S., and R. Hinden, IPv6 Jumbograms, IETF RFC 2675, August 1999).

RFC4301 — С. Кент, К. Сео, «Архитектура безопасности для протокола IP» (Kent S. and K. Seo, Security Architecture for the Internet Protocol, IETF RFC 4301, December 2005).

RFC4303 — С. Кент, «Инкапсуляция защищенных данных IP (ESP)» (Kent S., IP Encapsulating Security Payload (ESP), IETF RFC 4303, December 2005).

RFC4306 — Ч. Кауфман, «Протокол обмена ключами в Internet (IKEv2)» (Kaufman C., Internet Key Exchange (IKEv2) Protocol, IETF RFC 4306, December 2005).

RFC6071 — С. Френкель, С. Кришнан, «Дорожная карта для протоколов IP Security (IPsec) и Internet Key Exchange (IKE) в документах» Frankel, S. and S. Krishnan, IP Security (IPsec) and Internet Key Exchange (IKE) Document Roadmap, IETF RFC 6071, February 2011.

Примечание — При пользовании данным документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании данным документом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Основные понятия, термины и определения

В данном документе используются термины и определения стандартов IKE (**RFC2409**) и ISAKMP (**RFC2408**), далее приводятся только дополнительные определения.

3.1 Терминология требований

Термины "ДОЛЖНО", "ДОЛЖНА", "ДОЛЖНЫ", "ДОЛЖЕН" (MUST, REQUIRED, SHALL), "НЕ ДОЛЖЕН", "НЕ ДОЛЖНЫ" (MUST NOT, SHALL NOT), "РЕКОМЕНДУЕТСЯ" (SHOULD, RECOMMENDED), "НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ" (SHOULD NOT, NOT RECOMMENDED), "МОГУТ", "МОЖЕТ" (MAY, OPTIONAL) в рамках этого документа ДОЛЖНЫ интерпретироваться в соответствии с положениями документа **RFC2119**

3.2 Определения

В данном документе определены следующие термины:

<i>IPsec (сокращение от IP Security)</i>	набор протоколов по обеспечению защиты данных, передаваемых по межсетевому протоколу IP, включает в себя протоколы согласования ключей и защиты сетевого трафика;
<i>IKE (Internet Key Exchange)</i>	протокол защищенного согласования ключей, используется для формирования сопоставлений безопасности (SA);
<i>Сопоставление безопасности (Security Association, SA)</i>	совокупность атрибутов безопасности и ключевой информации, ассоциируемая с безопасным соединением, представляющим собой виртуальный однонаправленный канал для передачи данных;
<i>Имитозащита</i>	защита системы шифрованной связи от навязывания ложных данных;
<i>Имитовставка</i>	отрезок информации фиксированной длины, полученной по определенному правилу из открытых данных и ключа и добавленный к зашифрованным данным для обеспечения имитозащиты;
<i>Гаммирование</i>	процесс наложения по определенному закону гаммы шифра на открытые данные;
<i>Хэш-функция</i>	функция отображения последовательности байт в последова-

<i>(функция хэширования)</i>	тельность байт фиксированного размера;
<i>Искажённый пакет</i>	пакет, для которого вычисленное значение ICV не совпало с переданным значением.

3.3 Условные обозначения

В данном документе используются следующие обозначения:

<i>encryptCFB(IV, K, D)</i>	шифрование ГОСТ 28147-89 в режиме гаммирования с обратной связью на ключе <i>K</i> данных <i>D</i> с начальным вектором <i>IV</i> ;
<i>decryptCFB(IV, K, D)</i>	расшифрование по ГОСТ 28147-89 в режиме гаммирования с обратной связью на ключе <i>K</i> данных <i>D</i> с начальным вектором <i>IV</i> ;
<i>gost28147IMIT(IV, K, D)</i>	выработка имитовставки ГОСТ 28147-89 на ключе <i>K</i> от данных <i>D</i> с начальным вектором <i>IV</i> с внутренним выравниванием нулями до границы блока 8 байт (разделы 9.2 и 9.3 в RFC4490);
<i>HASH(D)</i>	расчёт хэш-функции с внутренним выравниванием по ГОСТ Р 34.11;
<i>(x_i, gx_i), (x_r, gx_r)</i>	асимметричные ключевые пары на согласованных параметрах группы Инициатора и Респондента соответственно (используются в рамках алгоритма Диффи-Хеллмана);
<i>gx_i, gx_r</i>	открытые ключи ассимметричных ключевых пар Инициатора и Респондента соответственно;
<i>KE_i, KE_r</i>	вложения ключевого обмена в рамках алгоритма Диффи-Хеллмана Инициатора и Респондента соответственно (содержат <i>gx_i</i> и <i>gx_r</i> соответственно);
<i>VKO(x, gx, ukm)</i>	выработка сессионного ключа из закрытого ключа <i>x</i> , открытого ключа <i>gx</i> и данных <i>ukm</i> на основе алгоритма Диффи-Хеллмана в соответствии с «VKO GOST R 34.10»;
<i>akey</i>	общий ключ в рамках алгоритма Диффи-Хеллмана фазы 1 (результат <i>VKO()</i>);
<i>Cert_i, Cert_r</i>	сертификаты открытого ключа Инициатора и Респондента соответственно;
<i>k_i, k_r</i>	закрытые ключи сертификатов Инициатора и Респондента соответственно;
<i>prf(K, D)</i>	функция получения псевдослучайной величины требуемого размера (раздел 4 RFC2409) в данном документе использует HMAC_GOSTR3411());

<i>Last_ICV</i>	накопленная имитовставка обмена фазы 1 (переданная в последнем пакете фазы 1);
<i>AUTH-I, AUTH-R</i>	последовательности байт, являющиеся результатами аутентификации Инициатора и Респондента соответственно;
<i>substr(s,f, bytes)</i>	последовательность байт с байта s, по байт f, выбранная из последовательности bytes, представленной в сетевом порядке байт;
<i>Signature(d, h)</i>	вычисление ЭЦП ГОСТ Р 34.10 на закрытом ключе d значения хэш-функции h (ГОСТ Р 34.11).

3.4 Аббревиатуры и сокращения

В тексте данного документа используются следующие сокращения и аббревиатуры:

<i>ISAKMP</i>	Internet Security Association and Key Management Protocol. Протокол управления ключами и группами параметров сетевой безопасности;
<i>SA</i>	Security Association. Набор параметров безопасности формируемых протоколом управления ключами и группами параметров сетевой безопасности;
<i>ЭЦП</i>	электронная цифровая подпись (digital signature);
<i>SPI</i>	Security Parameter Index. Идентификатор IPsec SA;
<i>HMAC</i>	Hash-based message authentication code. Хэш-код аутентификации сообщений;
<i>PFS</i>	Perfect Forward Security (раздел 3.3 RFC2409).

4 Хэш-функция ГОСТ Р 34.11-94

В данном документе определяется использование идентификатора GOST_R_34_11_94 для хэш-функции ГОСТ Р 34.11-94. Построение кода аутентификации, расширяющего протокол IKE (**RFC2409**), определяется положениями разделов 3 и 4 **RFC4357**.

Представление значений хэш-функции ГОСТ Р 34.11-94, а так же HMAC на её основе, определено в разделе 2.1 **RFC4490**. Хэш-функция применяется с набором параметров id-GostR3411-94-CryptoProParamSet (раздел 8.2 **RFC4490**).

Размер результата хэш-функции GOST_R_34_11_94 и функции HMAC_GOSTR3411() на её основе – 32 байта (раздел 3 **RFC4357**).

Размер ЭЦП ГОСТ Р 34.10-2001 вычисляемой по результату хэш-функции ГОСТ Р 34.11-94 функцией Signature() – 64 байта, как определено в разделе 3 **RFC4490**.

5 Шифрование ГОСТ 28147-89 вложений ISAKMP

Если в заголовке пакета ISAKMP установлен бит E(ncryption Bit), все вложения этого пакета шифруются в рамках ISAKMP, а заголовок изображается как "HDR**".

Шифрование и расшифрование пакетов ISAKMP с одинаковыми значениями Message-ID осуществляется последовательно, в порядке обмена пакетами сторонами. При этом последовательности с разными и не равными нулю Message-ID могут обрабатываться независимо.

5.1 Требования к шифрованию вложений на фазе 1

Формирование параметров ISAKMP SA происходит на фазе 1. Шифрование на фазе 1 выполняется со следующими требованиями:

- значение Message-ID в заголовке пакета всегда равно нулю;
- согласован алгоритм и параметры шифрования и имитозащиты ГОСТ 28147-89;
- согласован алгоритм и параметры хэш-функции ГОСТ Р 34.11;
- согласованы эфемерные ключи Инициатора и Респондента (gx_i и gx_r);
- вычислен ключ SKEYID-e;
- Message-Nonce является последовательностью 8 нулевых байт;
- AUTH-I и AUTH-R являются пустыми последовательностями;
- вектор инициализации вычисляется по формуле:

$$IV = substr(0..7, HASH(gx_i/gx_r))$$

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ шифровать сообщения Информационного Обмена до завершения аутентификации и установления ISAKMP SA (раздел 5.7 **RFC2409**).

При использовании Агрессивного режима (Aggressive Mode) опциональная возможность протокола IKE (**RFC2409**) по передаче последнего пакета фазы 1 (3-го пакета) в открытом виде (раздел 5 **RFC2409**) использоваться НЕ ДОЛЖНА.

5.2 Требования к шифрованию вложений на фазе 2

Под фазой 2 в данном документе понимается обмен в рамках ISAKMP, в котором заголовки пакетов содержат значения Message-ID не равные нулю. Шифрование на фазе 2 выполняется со следующими требованиями:

- согласован алгоритм и параметры шифрования и имитозащиты ГОСТ 28147-89;
- согласован алгоритм и параметры хэш-функции ГОСТ Р 34.11;
- вычислен ключ SKEYID-e;
- вычислена и проверена имитовставка Last_ICV;
- завершена аутентификация сторон и рассчитаны AUTH-I и AUTH-R;
- Message-Nonce является последовательностью 8 случайных байт;
- Message-Nonce одинакова для всех пакетов с одинаковым значением Message-ID;
- вектор инициализации вычисляется по формуле:

$$IV = substr(0..7, HASH>Last_ICV | Message-ID | Message-Nonce))$$

6 Шифрование и имитозащита вложений

Пакет ISAKMP, согласно рекомендациям документа **RFC2408**, с вложениями, зашифрованными по ГОСТ 28147-89, имеет следующий формат:

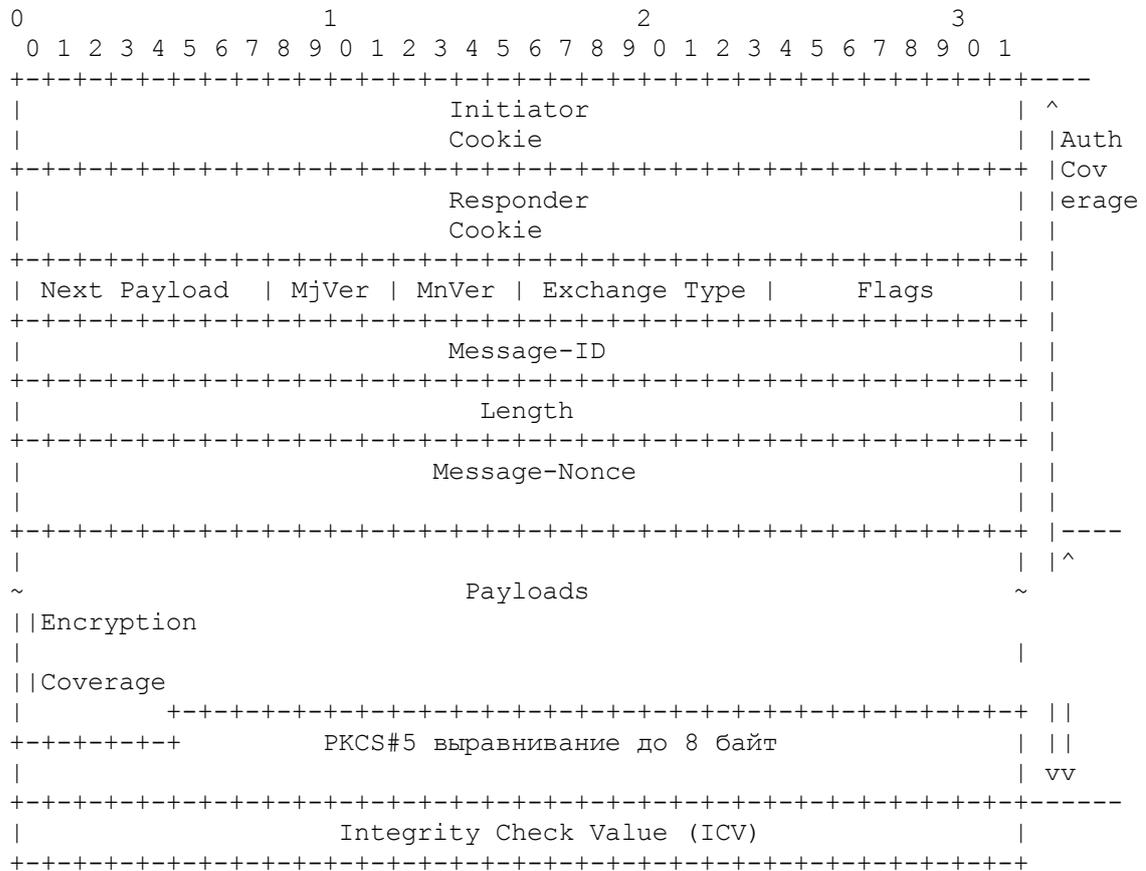


Рисунок 1: Формат зашифрованного по ГОСТ 28147-89 пакета ISAKMP

Порядок шифрования пакетов ISAKMP с установленным битом E(ncryption Bit) в заголовке:

- поле Message-Nonce вставляется после заголовка ISAKMP;
- вложения выравниваются по границе 8 байт (используя PKCS#5 паддинг из раздела 2.2 **RFC4357**);
- вычисляется и заполняется значение финального размера пакета в заголовке ISAKMP (является суммой длин заголовка ISAKMP, поля Message-Nonce, всех вложений, выравнивания и имитовставки);
- для всего пакета вычисляется имитовставка;
- выровненные вложения зашифровываются;
- ключи шифрования SK_e и имитозащиты SK_a вычисляются по формуле:

$$SK_a = SK_e = \text{prf}(SKEYID_e, \text{Message-ID} \mid \text{Message-Nonce} \mid \text{AUTH-I} \mid \text{AUTH-R})$$

- ключи шифрования SK_e и имитозащиты SK_a используются в режиме усложнения ключа id-Gost28147-89-CryptoPro-KeyMeshing;
- производится сквозное вычисление имитовставки по всей последовательности переданных пакетов с совпадающими значениями полей Message-ID (и Message-Nonce):

$$ICV = gost28147IMIT(0, SK_a, [накет-1] \mid [накет-2] \dots \mid [текущий-накет])$$

- шифрование производится в режиме encryptCFB на ключе SK_e и синхропосылке IV;
- все пакеты с одинаковым значением Message-ID, кроме первого, шифруются с использованием синхропосылки, полученной при обработке предыдущего пакета;
- при несовпадении рассчитанной имитовставки со значением поля ICV в пакете, получатель МОЖЕТ вернуть состояние ключа шифрования и объекта вычисления имитовставки в состояние, предшествующее началу обработки пакета. Однако, НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ многократное возвращение в подобные состояния, а также, РЕКОМЕНДУЕТСЯ обеспечить постоянство времени обработки пакетов вне зависимости от успешности или неуспешности их обработки.

7 Методы аутентификации

Данный документ определяет использование двух методов аутентификации:

- на предварительно распределенных ключах (GOST-IKE-PSK);
- с использованием ЭЦП (GOST-IKE-SIGNATURE).

Выработка общего ключа в рамках алгоритма Диффи-Хеллмана происходит согласно следующей формуле:

$$akey = VKO(x_i, gx_r, I) = VKO(x_r, gx_i, I)$$

Выработка ключей SKEYID происходит согласно следующим формулам:

$$SKEYID_d = prf(SKEYID, akey \mid CKY-I \mid CKY-R \mid 0)$$

$$SKEYID_a = prf(SKEYID, SKEYID_d \mid akey \mid CKY-I \mid CKY-R \mid 1)$$

$$SKEYID_e = prf(SKEYID, SKEYID_a \mid akey \mid CKY-I \mid CKY-R \mid 2)$$

Выработка значений HASH_I и HASH_R происходит согласно следующим формулам:

$$HASH_I = prf(SKEYID, gx_i \mid gx_r \mid CKY-I \mid CKY-R \mid SAi_b \mid IDi_b)$$

$$HASH_R = prf(SKEYID, gx_r \mid gx_i \mid CKY-R \mid CKY-I \mid SAi_b \mid IDir_b)$$

На фазе 1 аутентификация или завершается успешно, при этом результатом аутентификации являются значения AUTH_I и AUTH_R, или прерывается при возникновении ошибки при проверке следующих элементов:

- HASH_I или HASH_R (при использовании GOST-IKE-PSK);
- SIG_I или SIG_R (при использовании GOST-IKE-SIGNATURE).

7.1 Метод аутентификации GOST-IKE-PSK

При использовании метода аутентификации GOST-IKE-PSK требуется наличие у сторон обмена предварительно распределённых ключей PSK.

Основной режим работы IKE при использовании метода аутентификации GOST-IKE-PSK определяется следующим образом:

Initiator		Responder
-----		-----
HDR, SA	-->	
	<--	HDR, SA
HDR, KE_i, Ni	-->	
	<--	HDR, KE_r, Nr
HDR*, IDii, HASH_I	-->	
	<--	HDR*, IDir, HASH_R

Рисунок 2: Основной режим при использовании GOST-IKE-PSK

Агрессивный режим работы IKE при использовании метода аутентификации GOST-IKE-PSK определяется следующим образом:

Initiator		Responder
-----		-----
HDR, SA, KE_i, Ni, IDii	-->	
	<--	HDR, SA, KE_r, Nr, IDir, HASH_R
HDR*, HASH_I	-->	

Рисунок 3: Агрессивный режим при использовании GOST-IKE-PSK

Выработка ключа SKEYID при использовании метода аутентификации GOST-IKE-PSK происходит согласно следующей формуле:

$$SKEYID = prf(PSK, Ni_b | Nr_b)$$

Выработка значений AUTH-I и AUTH-R при использовании метода аутентификации GOST-IKE-PSK происходит согласно следующим формулам:

$$AUTH-I = HASH(HASH_I)$$

$$AUTH-R = HASH(HASH_R)$$

7.2 Метод аутентификации GOST-IKE-SIGNATURE

При использовании метода аутентификации GOST-IKE-SIGNATURE требуется наличие у сторон обмена предварительно распределённых ключей подписи. Обе стороны обмена ДОЛЖНЫ либо найти сертификат противоположной стороны в хранилищах сертификатов на своей стороне, либо запросить сертификат у противоположной стороны с помощью запроса сертификата (раздел 3.10 **RFC2408**). Сертификаты ДОЛЖНЫ быть проверены в рамках ISAKMP (раздел 5.9 **RFC2408**).

Основной режим работы IKE при использовании метода аутентификации GOST-IKE-SIGNATURE определяется следующим образом:

Initiator		Responder
-----		-----
HDR, SA	-->	
	<--	HDR, SA
HDR, KE _i , Ni, [CERTREQ]	-->	
	<--	HDR, KE _r , Nr, [CERTREQ]
HDR*, ID _{ii} , [CERT,] SIG _I	-->	
	<--	HDR*, ID _{ir} , [CERT,] SIG _R

Рисунок 4: Основной режим при использовании GOST-IKE-SIGNATURE

Агрессивный режим работы IKE при использовании метода аутентификации GOST-IKE-SIGNATURE определяется следующим образом:

Initiator		Responder
-----		-----
HDR, SA, KE _i , Ni, ID _{ii} , [CERTREQ]	-->	
	<--	HDR, SA, KE _r , Nr, [CERTREQ], ID _{ir} , [CERT], SIG _R
HDR*, [CERT], SIG _I	-->	

Рисунок 5: Агрессивный режим при использовании GOST-IKE-SIGNATURE

Выработка ключа SKEYID при использовании метода аутентификации GOST-IKE-SIGNATURE происходит согласно следующей формуле:

$$SKEYID = prf(Ni_b | Nr_b, akey)$$

Выработка значений SIG_I и SIG_R, при использовании метода аутентификации GOST-IKE-SIGNATURE происходит согласно следующим формулам:

$$SIG_I = Signature(k_i, HASH_I)$$

$$SIG_R = Signature(k_r, HASH_R)$$

Выработка значений AUTH-I и AUTH-R при использовании метода аутентификации GOST-IKE-SIGNATURE происходит согласно следующим формулам:

$$AUTH-I = HASH(SIG_I | Cert_I)$$

$$AUTH-R = HASH(SIG_R | Cert_R)$$

8 Обмены фазы 2

Каждый обмен фазы 2 ДОЛЖЕН обеспечивать защиту пакетов ISAKMP SA на основе SKEYID_e. Под сессией фазы 2 понимается последовательность обменов идентифицируемая уникальным Message-ID (отличным от 0). Это может быть Быстрый режим (Quick Mode), Информационный Обмен и другие обмены в рамках ISAKMP. Реализация этих обменов ДОЛЖНА соответствовать требованиям, изложенным в документе **RFC2409**.

Счётчик числа сессий ДОЛЖЕН увеличиваться обеими сторонами при возникновении новой сессии. Сессии на фазе 2 или завершаются успешно, или прерываются при возникновении ошибки при проверке следующих элементов: HASH(1), HASH(2), HASH(3).

8.1 Уточнение использования в Быстром режиме

Для каждого SPI вырабатывается ключевой материал (KEYMAT) необходимого размера согласно разделу 5.5 **RFC2409**.

Все SPI, порожденные одной сессией в Быстром режиме, ДОЛЖНЫ иметь уникальные значения (проверяется обеими сторонами обмена), а их общее количество НЕ ДОЛЖНО превышать 100.

9 Дополнительные параметры и атрибуты ISAKMP SA

Для использования атрибутов методов аутентификации, описанных в данном документе, при согласовании параметров ISAKMP SA обе стороны ДОЛЖНЫ согласовать идентификатор приложения IKE_GOST_Vendor_ID, который имеет следующий формат:

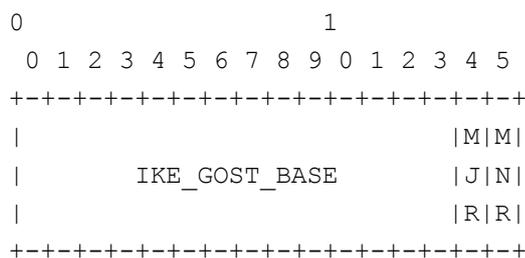


Рисунок 6: Формат IKE_GOST_Vendor_ID

В данном случае, IKE_GOST_BASE = { '\x03', '\x10', '\x17', '\xE0', '\x7F', '\x7A', '\x82', '\xE3', '\xAA', '\x69', '\x50', '\xC9', '\x99', '\x99' } (первые 14 байт значения хэш-функции ГОСТ Р 34.11-94 от char строки "IKE/GOST"), байты MJR и MNR соответствуют текущей major и minor версии преобразований IKE_GOST (т.е. MJR = 1, MNR = 1).

Таблица 1: Параметры ISAKMP SA для методов расширения протокола IKE

Параметр	Атрибут	Формат	Умолчание
алгоритм шифрования	1	B	—
алгоритм хэширования	2	B	—
метод аутентификации IKE	3	B	—
описание группы	4	B	—
тип группы	5	B	—
PFS Control	32507	B	Enable Non-PFS (65512)
Max Messages (SA Life Type)	64506	—	2 ¹⁴

9.1 Алгоритм хэширования ГОСТ Р 34.11-94 и параметры

Для атрибута «алгоритм хэширования» (2) используется идентификатор хэш-функции GOST_R_34_11_94 <TBD+1>.

9.2 Алгоритм ГОСТ 28147-89 и параметры

Для атрибута "алгоритм шифрования" (1) используются идентификаторы режимов и параметров ГОСТ 28147-89:

Таблица 2: Параметры ГОСТ 28147-89 ISAKMP SA

Алгоритм	Режим	Узел замены	Значение
GOST-A-CFB-IMIT	CFB	Id-Gost28147-89-CryptoPro-A-ParamSet	<TBD+2>
GOST-B-CFB-IMIT	CFB	Id-Gost28147-89-CryptoPro-B-ParamSet	<TBD+3>
GOST-C-CFB-IMIT	CFB	id-Gost28147-89-CryptoPro-C-ParamSet	<TBD+4>
GOST-D-CFB-IMIT	CFB	id-Gost28147-89-CryptoPro-D-ParamSet	<TBD+5>

Приложения IPsec, соответствующие требованиям данного документа, ДОЛЖНЫ реализовать алгоритм GOST-B-CFB-IMIT, который РЕКОМЕНДУЕТСЯ к использованию в сети Интернет. Другие наборы параметров опциональны и МОГУТ применяться в сетях со специальными требованиями (например, при использовании многоуровневого шифрования).

9.3 Идентификаторы методов расширения IKE

Для атрибута «метод аутентификации IKE» (3) используется:

Таблица 3: Параметры ГОСТ 28147-89 ISAKMP SA

Метод	Значение
IKE-GOST-PSK	<TBD+6>
IKE-GOST-SIGNATURE	<TBD+8>

9.4 Описания групп типа VKO GOST R 34.10-2001

Для атрибута «описание группы» (4) используется:

Таблица 4: Группы типа VKO GOST R 34.10-2001

Группа	Параметры	Значение
VKO GOST R 34.10-2001 XchA	id-GostR3410-2001-CryptoPro-XchA-ParamSet+id-GostR3411-94-CryptoProParamSet	<TBD+9>
VKO GOST R 34.10-2001 XchB	id-GostR3410-2001-CryptoPro-XchB-ParamSet+id-GostR3411-94-CryptoProParamSet	<TBD+10>

Приложения IPsec, соответствующие требованиям данного документа, ДОЛЖНЫ реализовать группу VKO GOST R 34.10-2001 XchB, которая РЕКОМЕНДУЕТСЯ к использованию в сети Интернет. Другие группы опциональны и МОГУТ применяться в сетях со специальными требованиями (например, при использовании многоуровневого шифрования).

Открытые ключи типа VKO GOST R 34.10-2001 представляются в виде последовательности 64 байт типа GostR3410-2001-PublicKey (раздел 2.3.2 **RFC4491**).

9.5 Тип VKO GOST R 34.10-2001 для группы IKE

Для атрибута «тип группы» (5) используется:

Таблица 5: Типы групп IKE

Тип	Значение
VKO GOST R 34.10-2001	<TBD+11>

9.6 PFS Control

Класс атрибута "PFS Control" (32507), формат: базовый (B), используются значения:

Таблица 6: Параметры ГОСТ 28147-89 ISAKMP SA

PFS Control	Значение
Enable Non-PFS	65512
Disable Non-PFS	65513

9.7 Максимальное число сообщений (Max Messages)

Максимальное значение счётчика числа сессий фазы 2 или равное ему максимальное количество различных значений Message-ID задаётся значением SA-Life-Duration для типа значения SA-Life-Type=Max-Messages. Если в Быстром режиме использование PFS является обязательным и при этом значение атрибута "PFS Control" (32507) было определено как "Disable Non-PFS" (65513), то максимальное количество сессий, инициированных с Message-ID не равным 0, НЕ ДОЛЖНО быть более 2^{16} .

Если же использование PFS не является обязательным и при этом значение атрибута "PFS Control" (32507) было определено как "Enable Non-PFS" (65512), то максимальное количество сессий НЕ ДОЛЖНО превышать 2^{14} , причем в независимости от успешности или не успешности их завершения.

10 Регистрация IANA

IANA выделяет номер хэш-функции IKE для использования ГОСТ Р 34.11-94:

<TBD+1> для GOST_R_34_11_94.

IANA выделяет четыре номера алгоритмов шифрования IKE для использования ГОСТ 28147-89:

<TBD+2> для GOST-A-CFB-IMIT;

<TBD+3> для GOST-B-CFB-IMIT;

<TBD+4> для GOST-C-CFB-IMIT;

<TBD+5> для GOST-D-CFB-IMIT.

89: IANA выделяет два номера методов аутентификации IKE для использования ГОСТ 28147-

- <TBD+6> для IKE-GOST-PSK;
- <TBD+8> для IKE-GOST-SIGNATURE.

IANA выделяет два номера описания групп:

- <TBD+9> для VKO GOST R 34.10-2001 XchA;
- <TBD+10> для VKO GOST R 34.10-2001 XchB.

IANA выделяет номер типа группы:

- <TBD+11> для VKO GOST R 34.10-2001.

10.1 Приватные номера преобразований

До регистрации в IANA предварительные реализации используют следующие приватные номера преобразований:

- 65501 для GOST_R_34_11_94;
- 65502 для GOST-A-CFB-IMIT;
- 65503 для GOST-B-CFB-IMIT;
- 65504 для GOST-C-CFB-IMIT;
- 65505 для GOST-D-CFB-IMIT;
- 65506 для IKE-GOST-PSK;
- 65508 для IKE-GOST-SIGNATURE;
- 65509 для VKO GOST R 34.10-2001 XchA;
- 65510 для VKO GOST R 34.10-2001 XchB;
- 65511 для VKO GOST R 34.10-2001.

10.2 Регистрации в IANA не подлежат

Используемые в этом документе приватные номера классов и значений:

Таблица 7: Приватные номера классов:

Класс	Значения	Тип	Ссылка
PFS Control	32507	B	Раздел 9.6

11 Примеры

Форматы представление данных в примерах:

0xNNNN: Представление целого числа в шестнадцатеричной системе счисления, а также представление объектов в форме *big-endian*;

0xFFFFFFFF FF...: Представление объектов в форме *big-endian*;

BBBBBBBB BB: Представление объектов в сетевой нотации. Числа в *big-endian*. Сетевое представление сложных объектов согласно стандартам их определяющих, в частности, ключей и хэшей согласно **RFC4357**, **RFC4490** и **RFC4490**.

11.1 Примеры значений HMAC_GOSTR3411

Тестовый пример ГОСТ Р 34.11-94(text)

Значение хэш-функции для сообщений с тестовыми параметрами алгоритма id-GostR3411-94-TestParamSet (1.2.643.2.2.30.0) согласно RFC4357 и ГОСТ Р 34.11-94.

A) Сообщение (ГОСТ Р 34.11-94 п. А.3.1 и [ENG-GOSTR341194] п. 7.3.1):

```
text (ASCII) = "This is message, length=32 bytes"
text (in hex) = 54686973 20697320 6D657373 6167652C
                206C656E 6774683D 33322062 79746573
```

```
GOSTR3411 = b1c466d3 7519b82e 8319819f f32595e0
            47a28cb6 f83eff1c 6916a815 a637fffa
```

B) Сообщение (ГОСТ Р 34.11-94 п. А.3.2 и [ENG-GOSTR341194] п. 7.3.2):

```
text (ASCII) = "Suppose the original message has length = 50 bytes"
text (in hex) = 53757070 6F736520 74686520 6F726967
                696E616C 206D6573 73616765 20686173
                206C656E 67746820 3D203530 20627974
                6573
```

```
GOSTR3411 = 471aba57 a60a770d 3a761306 35c1fbea
            4ef14de5 1f78b4ae 57dd893b 62f55208
```

Значение хэш-функции для сообщений с рабочими (применяемыми в IPsec/IKE) параметрами алгоритма хэширования (id-GostR3411-94-CryptoProParamSet или 1.2.643.2.2.30.1) согласно RFC4357 и RFC4490.

C) Сообщение:

```
text (ASCII) = "Suppose the original message has length = 50 bytes"
text (in hex) = 53757070 6F736520 74686520 6F726967
                696E616C 206D6573 73616765 20686173
                206C656E 67746820 3D203530 20627974
                6573
```

```
GOSTR3411 = c3730c5c bccacf91 5ac29267 6f21e8bd
            4ef75331 d9405e5f 1a61dc31 30a65011
```

Пример prf(K, text) (==HMAC_GOSTR3411(K, text))

```
K = 733d2c20 65686573 74746769 79676120
    626e7373 20657369 326c6568 33206d54 (32 bytes)
```

```
text (ASCII) = "This is message, length=32 bytes"
text (in hex) = 54686973 20697320 6D657373 6167652C
                206C656E 6774683D 33322062 79746573
```

```
HMAC_GOSTR3411 = 4ff66c94 bddaae61 13360514 2b582b9c
                0f38bbdf f3d7f0ee 6a9c935d 92bfa107
```

11.2 Пример GOST-IKE-PSK

В примерах используются параметры сопоставления безопасности, принятые по умолчанию:

- шифрование обмена ISAKMP с узлом замены id-Gost28147-89-CryptoPro-B-ParamSet в режиме гаммирования с обратной связью и усложнением ключа (раздел 3.2.3 **RFC4357**);
- параметры алгоритма VKO - id-GostR3410-2001-CryptoPro-XchB-ParamSet+id-GostR3411-94-CryptoProParamSet.

Время использования PSK: UTC Mon Oct 02 09:11:55 2009.

```
IKE ph1    Main Mode    PSK Authentication

Initiator PSK
SiteID 11783
SiteNetID Net73
PSK_a D74RLXM4UE1FQC834G3EQBZAZ51WBXAF0VM9VG4RPCDKVEK83ZU9LZ1W
PSK
e7bcdclb 0b7e8e97 b76b815a cb23e786 c25bc86f 68de3073 3cbef2a5 a5da578c
Responder PSK
SiteID 01:23:45:67:89:01:2345678901234567890123456780
SiteNetID Net73
PSK_a BXAF0VM9VG4RPCDKVEK83ZU9LZ1W
PSK
e7bcdclb 0b7e8e97 b76b815a cb23e786 c25bc86f 68de3073 3cbef2a5 a5da578c

Diffi-Hellman keys
Initiator
CKY-I
00000003 00000004
Nonce
496e6974 4e6f6963 65000000 00000000
x_i
00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 0079654b 74696e49
Ke_i
20658a0c e2962747 cced0455 ea8e06d2 967469a1 8e5b830b afd120c9 aa463868
37c30510 b0ab4f98 7ae5fa9d 479b9161 90565496 ac6d31c0 f6956886 c7765789
Responder
CKY-R
00000004 00000004
Nonce
52657370 4e6f6963 65000000 00000000
x_r
```

00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 0079654b 70736552
Ke_r
594de6d0 b713b0a4 bb307637 6f7e7285 41c1a2cf 2b30adff 2cd9d973 76578e0e
3386e708 e8a6aa7c ef6c973e 8eb5ebc3 26485ab7 0027e9ba 7a5672eb 4020a724
akey
f70c4d6f df22fbc9 5d2dd2ef c7bdfd98 10ba7cc3 6e633540 24085192 05c6cecf

SKEYID keys
SKEYID
59ecd564 02d3c736 b1facf69 e5604153 3ee15cbf 9d4321a5 a69e9337 d99dc1b7
SKEYID_d
3d7f6b8c 153814e0 c35937c7 d9efa605 6273a71b 9416e603 4aafedcd 9f2a0b7a
SKEYID_a
44343155 65b649a9 7c7a1bb4 0cd77474 0885b031 118a197a c29aaa9e 97a707c0
SKEYID_e
85ed26bc 6ebda147 749ebb7e b2f7c75f 909de230 2ef0a5cc 2ee6bf8d a812c1e7
SK_a
9dd0f3e7 5ea8a765 c9b20971 a17c87ea 5222d0d8 6192b1a7 adf9b583 b0bc60ee
SK_e
9dd0f3e7 5ea8a765 c9b20971 a17c87ea 5222d0d8 6192b1a7 adf9b583 b0bc60ee
IV
0b115cb4 0a20c9fe

Authentication
HASH_I
979c413b 09536510 bfee7ebb 43c15822 44b6a0c1 e52bb373 2f9f6c06 2603d38d
HASH_R
ccd25ccb 5575865b 8f35c5d9 06a4953b 0de08f8f 53267455 9c486930 4c646e9c
AUTH_I
97499631 5ba2703d c759cb4b c821d48e c4b25022 387e846d 8c55b9f5 0cca6c3f
AUTH_R
dbf9a7b9 d47b4d14 833cb187 316a217a 04261a96 4635c6bd 65368614 5417b426

Ph 1 Packet 5

Initiator Cookie
00000003 00000004
Responder Cookie
00000004 00000004
Flags
05010001
Message ID
00000000

Length
00000060
Message Nonce
00000000 00000000
PL
Identification
08001000
00000000
00000001 00000001
Hash
00002400
979c413b 09536510 bfee7ebb 43c15822 44b6a0c1 e52bb373 2f9f6c06 2603d38d
Padding
04040404
Cipher input packet
00000003 00000004 00000004 00000004 05010001 00000000 00000060 00000000
00000000 08001000 00000000 00000001 00000001 00002400 979c413b 09536510
bfee7ebb 43c15822 44b6a0c1 e52bb373 2f9f6c06 2603d38d 04040404
Encrypted packet
00000003 00000004 00000004 00000004 05010001 00000000 00000060 00000000
00000000 48870189 867183aa e7540fc9 4dd3bbb4 1e08195f fd42ce48 514ca0d7
2f3427bd 3dfd69ed 8b179611 abce17c4 58c07c71 e90dffdf f382d655 a7f7ca31

Ph 1 Packet 6

Initiator Cookie
00000003 00000004
Responder Cookie
00000004 00000004
Flags
05010001
Message ID
00000000
Length
00000060
Message Nonce
00000000 00000000
PL
Identification
08001000
00000000
00000002 00000002
Hash
00002400
ccd25ccb 5575865b 8f35c5d9 06a4953b 0de08f8f 53267455 9c486930 4c646e9c

```
Padding
04040404
Cipher input packet
00000003 00000004 00000004 00000004 05010001 00000000 00000060 00000000
00000000 08001000 00000000 00000002 00000002 00002400 ccd25ccb 5575865b
8f35c5d9 06a4953b 0de08f8f 53267455 9c486930 4c646e9c 04040404
Encrypted packet
00000003 00000004 00000004 00000004 05010001 00000000 00000060 00000000
00000000 d3146e1b 28ffca53 a42acd12 afcd55fb 8a00e051 18b51888 90e2b7c5
9519f417 57deb9bc 8e63ea07 2dc44169 d586c199 5cbb4c17 56ef79a0 7b7e8ee8
```

IKE ph2 - Quick Mode Non PFS

```
Quick Mode keys
Initiator
Nonce
70325f49 6e697469 61746f72 4e6f6963
Message Nonce
70325f4d 5f4e5f00
Responder
Nonce
70325f52 6573706f 6e646572 4e6f6963
Message Nonce
70325f4d 5f4e5f00
SK_a
a25d59cc c3b9d40a 8edbddd23 c3652a7e 285f4a37 0f81ce5c d1100e87 a8669908
SK_e
a25d59cc c3b9d40a 8edbddd23 c3652a7e 285f4a37 0f81ce5c d1100e87 a8669908
IV
609301fd 6a0a1793
```

```
spi Initiator -> Responder
31323334
protocol
03
K1
b63d156f 7aac0dc7 cd915c35 63f61b9d 5c730a74 e331bc8c 3fc24a36 06463893
K2
cb4e1a7f 2d61710d f264423c ad4384de ce01d676 90556865 f1cb7f7f ab4103c0
K3
c4c08a66 c89ce39b e0eb7f2c d6c8af2d a096781c e982deb4 4d78dd68 43188bd7
SPI-Auth-Code K2 = substr(0..3,K2)
cb4e1a7f
```

SPI-Auth-Code K3 = substr(0..3,K3)
c4c08a66

spi Responder -> Initiator
34333231

protocol
03

K1
24717b2d fced34ba bf004d4e 15f51253 ad74c519 4819f786 972d3aa7 cf7e5609

K2
21348380 94c67418 e6a4ad24 e875644f 117f47e7 69c54bf1 b77047c0 eb006c24

K3
a9491809 7302945a 28818a5a 1f23698d 58f58b26 8b065b23 69648b64 085760d1

SPI-Auth-Code K2 = substr(0..3,K2)
21348380

SPI-Auth-Code K3 = substr(0..3,K3)
a9491809

Ph 2 Packet 1

Initiator Cookie
00000003 00000004

Responder Cookie
00000004 00000004

Flags
08010001

Message ID
61626364

Length
000000b0

Message Nonce
70325f4d 5f4e5f00

PL

Hash
01002400
918828f7 e54fa536 cb40d539 f6cc3821 52e25380 c597d123 bb51967e beb884d2

Security Association
0a003000
00000000
00000000
00000c00
01030402
00000000
03000c00
01fd0000
00000000

```

03000c00
01fc0000
00000000
Nonce
05001400
70325f49 6e697469 61746f72 4e6f6963
Identification
05000c00
00000000
01020301
Identification
00000c00
00000000
03027d02
Padding
08080808 08080808
Cipher input packet
00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 000000b0 70325f4d
5f4e5f00 01002400 918828f7 e54fa536 cb40d539 f6cc3821 52e25380 c597d123
bb51967e beb884d2 0a003000 00000000 00000000 00000c00 01030402 00000000
03000c00 01fd0000 00000000 03000c00 01fc0000 00000000 05001400 70325f49
6e697469 61746f72 4e6f6963 05000c00 00000000 01020301 00000c00 00000000
03027d02 08080808 08080808
Encrypted packet
00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 000000b0 70325f4d
5f4e5f00 02238667 aab03043 5b1a4bb7 884e60c5 2941b9c5 15ff7a1d f2608d14
c807c066 457b3b5e 9b6669d7 a7f1b5f8 32a38267 dc7ef414 d06ca59d 98a465be
5687fc54 86eb6144 1013fe4c c47a82c5 3257d24d 37271cb6 afe3b9be 6a79310f
e3fdacbc 1602b5a8 a130baec af8ae4f4 de3b2518 4b9db52a 3c61c482 d0dce5da
a8edcba3 857a2cff 2a0051a8 f1d42208

Ph 2 Packet 2

Initiator Cookie
00000003 00000004
Responder Cookie
00000004 00000004
Flags
08010001
Message ID
61626364
Length
000000a0
Message Nonce
70325f4d 5f4e5f00
PL

```

Hash

01002400
61bc0c15 d1690439 0b53bea5 3222597b daa5a75f aaf387a1 c0368ea2 beb8ce1f

Security Association

0a002400
00000000
00000000
00000c00
01030402
00000000
03000c00
01fd0000
00000000

Nonce

05001400
70325f52 6573706f 6e646572 4e6f6963

Identification

05000c00
00000000
01020301

Identification

00000c00
00000000
03027d02

Padding

04040404

Cipher input packet

00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 000000a0 70325f4d
5f4e5f00 01002400 61bc0c15 d1690439 0b53bea5 3222597b daa5a75f aaf387a1
c0368ea2 beb8ce1f 0a002400 00000000 00000000 00000c00 01030402 00000000
03000c00 01fd0000 00000000 05001400 70325f52 6573706f 6e646572 4e6f6963
05000c00 00000000 01020301 00000c00 00000000 03027d02 04040404

Encrypted packet

00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 000000a0 70325f4d
5f4e5f00 fb1bab8b ac46efc7 a81c8bca b35afc19 07b4a7b0 c79a91eb 6840a860
0c90257d 09f6ed37 07dcb089 98625051 8762671a a8be5a02 b27eed4c 90c55cf4
534cbcff 286f2923 ee9ada8d 3e272b24 8ad8e24f 3d3c4c69 253f8beb e0da0d37
b0907b7e 6dd978d3 10594bbe c24c3e62 6aa5d694 cec75d2e f8a66dfb 147d2969

Ph 2 Packet 3

Initiator Cookie

00000003 00000004

Responder Cookie

00000004 00000004

Flags

08010001
Message ID
61626364
Length
00000050
Message Nonce
70325f4d 5f4e5f00
PL
Hash
00002400
c61dfce7 db4220ca ea65be60 02f36a0f 32d226ee faa298ed 79621161 e94acce0
Padding
04040404
Cipher input packet
00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 00000050 70325f4d
5f4e5f00 00002400 c61dfce7 db4220ca ea65be60 02f36a0f 32d226ee faa298ed
79621161 e94acce0 04040404
Encrypted packet
00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 00000050 70325f4d
5f4e5f00 db8106d1 2349fb88 407a692e 772c769e 5e0dcb9a 20ec1f2f 3590alde
638850e0 c640348d 3c8b5397 8cc393d8

11.3 Тестовые пакеты GOST-IKE-SIGNATURE

В примерах используются параметры сопоставления безопасности, принятые по умолчанию: шифрование обмена ISAKMP с узлом замены *id-Gost28147-89-CryptoPro-B-ParamSet* в режиме гаммирования с обратной связью и усложнением ключа (раздел 3.2.3 **RFC4357**);

- параметры алгоритма VKO - id-GostR3410-2001-CryptoPro-XchB-ParamSet+ id-GostR3411-94-CryptoProParamSet.
- Асимметричные ключи порождены с параметрами *CryptoPro-A-ParamSet*.

IKE ph1 Aggressiv Mode Signature Authentication

Initiator Signature key

Signature key K_i

feeed8da 176776d4 8bc20bc2 e3fd8847 a34e8339 b8d3428c f1c06fb1 d424b9e7

Public_i

a0059433 8c67d7ca 4faa82e2 b08a145f df3cf813 e6d8b944 a62e34e9 756dade9
c4395772 ee498e3b a52de84e fe153cf6 f1016c70 f7777508 fcd3c7be c6bfd5b4

Random Value k_i

00656463 62613938 37363534 33323130 3332315f 525f7965 4b676953 74696e49

Responder Signature key

Signature key K_r

8ee932fc f8a46163 0dc0a08a c691e20e 7fc40d0e 2881abfe e974ca9a b124cdbf

Public_r

b1c30537 d435c74a c0a3ba62 e12bdfbc 5e56f8a4 6517b6d5 ea6c5976 63c98dbc
7fc5712f ac1f201d d7071654 c4ba0fc7 d10d5e66 bec7e981 29cf0230 b3693eba

Random Value k_r

00313233 34353637 38396162 63646566 3332315f 525f7965 4b676953 70736552

Diffi-Hellman keys

Initiator

CKY-I

00000003 00000004

Nonce

496e6974 4e6f6963 65000000 00000000

x_i

00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 0079654b 74696e49

Ke_i

20658a0c e2962747 cced0455 ea8e06d2 967469a1 8e5b830b afd120c9 aa463868
37c30510 b0ab4f98 7ae5fa9d 479b9161 90565496 ac6d31c0 f6956886 c7765789

Responder

CKY-R

00000004 00000004

Nonce

52657370 4e6f6963 65000000 00000000

x_r

00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 0079654b 70736552

Ke_r

594de6d0 b713b0a4 bb307637 6f7e7285 41c1a2cf 2b30adff 2cd9d973 76578e0e

3386e708 e8a6aa7c ef6c973e 8eb5ebc3 26485ab7 0027e9ba 7a5672eb 4020a724

akey

f70c4d6f df22fbc9 5d2dd2ef c7bfdf98 10ba7cc3 6e633540 24085192 05c6cecf

SKEYID keys

SKEYID

c6689d94 8bbc4a62 2f2e8663 a96aa0c9 8a0599ee 708a8eb4 c4f51ec5 adfed2f2

SKEYID_d

9c0af36f 5b1707ce 8b7f0ce4 b8b71170 f4ceb378 c7a1b8e6 b7a60759 fbdd035d

SKEYID_a

5f458d4b 0d16adab 7352fa07 bf7d7d85 4837851f f9a93e9a bd4e857d f382d800

SKEYID_e

a72a7573 f63f62fb c60db773 bac6d515 63099a5f 4660a943 d90abd68 87b0166a

SK_a

a7722c32 c92d69ec 4ba2ec24 873454b3 4fa8106d d9e5b297 cae75893 e369f8d1

SK_e

a7722c32 c92d69ec 4ba2ec24 873454b3 4fa8106d d9e5b297 cae75893 e369f8d1

IV

0b115cb4 0a20c9fe

Authentication

HASH_I

47684e51 0e4e1dd9 b92f624f 56d3aded b460c470 84e8ff45 2f0a9551 d49349fb

HASH_R

73904d20 69f296d0 74afb389 08c93473 9366a6f1 b54d43de 1bf1f767 d9181a6b

AUTH_I

bbc9c7b9 5e84d340 765dc295 e351dbc6 88f2a4be 440e865d a495e982 dd614265

AUTH_R

63444a68 a6674f23 41a80e73 3f63ccb6 99c6a345 8cdb5a6c 9a62925f 59b8fb76

Ph 1 Packet 3

Initiator Cookie

00000003 00000004

Responder Cookie

```

00000004 00000004
Flags
05010001
Message ID
00000000
Length
00000258
Message Nonce
00000000 00000000
PL
Identification
06001000
00000000
00000001 00000001
Certificate
0900d701
Certificate type
04
308201ce 3082017d a0030201 02020102 30080606 2a850302 02033022 3120301e
06035504 03131749 50536563 20436f6e 666f726d 69747920 526f6f74 2032301e
170d3039 31313132 30393334 30315a17 0d343830 31303130 30303030 305a3056
310b3009 06035504 06130252 55311730 15060355 040a0c0e 4f4f4f20 43727970
746f2d50 726f312e 302c0603 5504030c 25495053 65632043 6f6e666f 726d6974
7920456e 64204365 72742066 726f6d20 526f6f74 20323063 301c0606 2a850302
02133012 06072a85 03020224 0006072a 85030202 1e010343 000440a0 0594338c
67d7ca4f aa82e2b0 8a145fdf 3cf813e6 d8b944a6 2e34e975 6dade9c4 395772ee
498e3ba5 2de84efe 153cf6f1 016c70f7 777508fc d3c7bec6 bfd5b4a3 68306630
0f060355 1d0f0101 ff040503 0307ff80 30130603 551d2504 0c300a06 082b0601
05050802 02301f06 03551d23 04183016 8014915f dd71bed3 dd9dce22 f9cf09b4
fc862919 c06d301d 0603551d 0e041604 14c874c3 67957b6b d9720e42 e6a575c9
e88e0a93 05300806 062a8503 02020303 4100d2e8 b243a051 b53bab3f fd15a4be
61b9426b f34e2694 b57e9281 fddae4f2 1b087606 f0ac30f1 8054961c 7d859a02
2cddcfa1 6ef62841 62aa218a b2965619 388d
00
Signature
00004400
6c1928a9 fb891e03 5dcdc936 1fa7a2b0 41c26b94 5198f23d f0782c5a 5007e383
ec75479a 2b49056f 2007d7d9 238d5f09 b7eed078 7a6fc400 652d33f5 d4fbaa34
Padding
04040404
Cipher input packet
00000003 00000004 00000004 00000004 05010001 00000000 00000258 00000000
00000000 06001000 00000000 00000001 00000001 0900d701 04308201 ce308201
7da00302 01020201 02300806 062a8503 02020330 22312030 1e060355 04031317
49505365 6320436f 6e666f72 6d697479 20526f6f 74203230 1e170d30 39313131
32303933 3430315a 170d3438 30313031 30303030 30305a30 56310b30 09060355

```

04061302 52553117 30150603 55040a0c 0e4f4f4f 20437279 70746f2d 50726f31
2e302c06 03550403 0c254950 53656320 436f6e66 6f726d69 74792045 6e642043
65727420 66726f6d 20526f6f 74203230 63301c06 062a8503 02021330 1206072a
85030202 24000607 2a850302 021e0103 43000440 a0059433 8c67d7ca 4faa82e2
b08a145f df3cf813 e6d8b944 a62e34e9 756dade9 c4395772 ee498e3b a52de84e
fe153cf6 f1016c70 f7777508 fcd3c7be c6bfd5b4 a3683066 300f0603 551d0f01
01ff0405 030307ff 80301306 03551d25 040c300a 06082b06 01050508 0202301f
0603551d 23041830 16801491 5fdd71be d3dd9dce 22f9cf09 b4fc8629 19c06d30
1d060355 1d0e0416 0414c874 c367957b 6bd9720e 42e6a575 c9e88e0a 93053008
06062a85 03020203 034100d2 e8b243a0 51b53bab 3ffd15a4 be61b942 6bf34e26
94b57e92 81fddae4 f21b0876 06f0ac30 f1805496 1c7d859a 022cddcf a16ef628
4162aa21 8ab29656 19388d00 00004400 6c1928a9 fb891e03 5dcdc936 1fa7a2b0
41c26b94 5198f23d f0782c5a 5007e383 ec75479a 2b49056f 2007d7d9 238d5f09
b7eed078 7a6fc400 652d33f5 d4fbaa34 04040404

Encrypted packet

00000003 00000004 00000004 00000004 05010001 00000000 00000258 00000000
00000000 f0b02f0d fa3f999a f09f833f f465f09f 02b9924a a9dac76d 6dc830c0
f42f7054 e1006f8c e6dc52b6 31cea21b 2420c3cf 6c05a305 8fff164bf be5d5b6c
0f2a7703 674b13b8 a937c024 09cc6956 bce0b3ac 44a16771 d3eabb90 16c69473
3068583e 0b4bfce0 1d48fb4a 4c80a101 bd9884ac daef1849 6a2640a7 d2a6fdb9
324dd071 880c9b19 721fea17 0c800f05 01fd66fb dfadd392 e8a195fc d210b5d6
702236f6 6d396ba3 aec96658 1a9f234e 273e24d2 f0cf9f41 17229bd6 b8b37e4e
9c867943 518e819c 0754c506 e873e02e 7b0491b3 814220d2 9a610882 c283d71a
1a658ded 7746f368 f7926020 ae50e01d fedb7025 5404871f 5f0c1c73 53e728e9
0a707677 a8cb3f37 2686b8ed 173cea11 3d4ec375 c14b6e1f 23a3b853 bd1f8213
dc63f7f4 10b8724f 0b2e4dff a4fc4f68 d1ed4cb9 f2c5a87a cd78d37b 4addb113
a33e4c02 a3273747 2e0ddf65 e953d19a 9279591b 474b4ba1 f9c0accb 49563bdf
2d05d6bc 862d8a62 a8787d49 d45c2e75 abd9fc3a 48fa6229 8f225eeb b17c04d3
04ce71aa dc165f71 28fbe31b 7099c642 fcb2ab75 fc61eb16 9029cbd1 2e0fe446
d2d42882 ae8a3daf 1d19e607 94934fbc 6e76c69a f510a8c0 ff5ae7e7 d9054127
eb0bbcec 9c82757c 0159fd70 679cb684 afe79569 34a58e6f 385150d7 5b092785
68852993 6b979152 edf48782 380de0da 48e19adf 83945274 a61317d6 c56b5fed
5c785ed1 c14b20a4 770d5e08 ab777802 5db507f4 a882454e 0317a58f b432993e
60537487 2c39ace1 b7c161ee 9fba90f5 e36efc62 16f10809

IKE ph2 - Quick Mode PFS

Quick Mode keys

Initiator

Nonce

70325f49 6e69744e 6f696365 50465300

Message Nonce

70325f4d 5f4e5f50

x_i

00000000 00000000 00000000 00000000 00000053 46507965 4b74696e 495f3270

KE_i

630db614 829adc6b 1b240da6 51b52df5 87aaa464 dfe9b526 77f1dc5e 887f5696
1fc6b090 83c9e0f3 94043040 ad3d6acd 7b85cb46 a10ef102 e31639e3 5bc58b29

Responder

Nonce

70325f52 6573704e 6f696365 50465300

Message Nonce

70325f4d 5f4e5f50

x_r

00000000 00000000 00000000 00000000 00000053 46507965 4b707365 525f3270

KE_r

806cfe17 8e1b9679 b5d7715e ef9faeb2 6fa6fd38 a0ce54cb d719b1dd c8bb7f51
38b6728d a99c0b33 80aa8829 4966a076 cd08cbc2 5564fb65 2aba828c dec26529

gm_ir

21524616 69319ed8 baac8887 516ed843 44b0e973 bc9b4f8d 6463b339 f6182869

SK_a

711a3d0c 1cf0ad46 8124c998 6266e214 a303dc8e af227c44 52f0b7cd 53710911

SK_e

711a3d0c 1cf0ad46 8124c998 6266e214 a303dc8e af227c44 52f0b7cd 53710911

IV

0d556677 b80e9941

spi Initiator -> Responder

31323334

protocol

02

K1

9df29d9c 0c016125 43dfc664 682222e9 d9b16b1d 7cfd53b0 f9c740fe adfb4834

K2

c613c524 505549fa f4146e81 649c2e43 baa4155f b69bbd0e b5460f9c ebbd32bd

spi Responder -> Initiator

34333231

protocol

02

K1

4b2ddcdc 8012bdb5 95663079 0991c532 4a900d46 c1ae2245 97aa12c8 4ffdf992

K2

c8e9f8d1 4f932289 fb87d169 f923cf5f f446b764 0c2ab3ad 1ad46edf d85efe66

Ph 2 Packet 1

Initiator Cookie

00000003 00000004

Responder Cookie
00000004 00000004

Flags
08010001

Message ID
61626364

Length
000000f0

Message Nonce
70325f4d 5f4e5f50

PL

Hash
01002400
8e1df1c8 01709834 ed4c316c 94f27ccc 65c0eaeb ac8bd5f9 cc15ca3c 381e8c40

Security Association
0a003000
00000000
00000000
00000c00
01030402
00000000
03000c00
01fd0000
00000000
03000c00
01fc0000
00000000

Nonce
04001400
70325f49 6e69744e 6f696365 50465300

Key Exchange
05004400
630db614 829adc6b 1b240da6 51b52df5 87aaa464 dfe9b526 77f1dc5e 887f5696
1fc6b090 83c9e0f3 94043040 ad3d6acd 7b85cb46 a10ef102 e31639e3 5bc58b29

Identification
05000c00
00000000
01020301

Identification
00000c00
00000000
03027d02

Padding
04040404

Cipher input packet
00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 000000f0 70325f4d

5f4e5f50 01002400 8e1df1c8 01709834 ed4c316c 94f27ccc 65c0eaeb ac8bd5f9
cc15ca3c 381e8c40 0a003000 00000000 00000000 00000c00 01030402 00000000
03000c00 01fd0000 00000000 03000c00 01fc0000 00000000 04001400 70325f49
6e69744e 6f696365 50465300 05004400 630db614 829adc6b 1b240da6 51b52df5
87aaa464 dfe9b526 77f1dc5e 887f5696 1fc6b090 83c9e0f3 94043040 ad3d6acd
7b85cb46 a10ef102 e31639e3 5bc58b29 05000c00 00000000 01020301 00000c00
00000000 03027d02 04040404

Encrypted packet

00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 000000f0 70325f4d
5f4e5f50 bbfd4d58 3adbcb856 628097bc 3a5b98a8 b893c3cd b6d643a5 f8902455
dd361a1a a59ec2ca c5ca9a98 057148c3 47245d6d 54dedb92 acbc4efa 33cf0986
c8da0de5 7f376cdd d6aa2b63 f5e96539 9d88f510 ad319f1a 4d16118c 2261e5fa
9109dfa2 6af6dfc3 3b5c9b7e faf61f55 1a455cfd 268541b4 24636509 ca1879f0
631cfebe 046ad11f c6c6380d 5d8aa385 2cb28efa 0e6dc10b 16d1d2f0 48167f1c
08a7928c 74884d12 da82345e 75623b2a 23b9aa1b 87a0659f 43be7271 499452a0
026cdd64 ada63fb4 f69c7e86 bcb728a6

Ph 2 Packet 2

Initiator Cookie

00000003 00000004

Responder Cookie

00000004 00000004

Flags

08010001

Message ID

61626364

Length

000000e8

Message Nonce

70325f4d 5f4e5f50

PL

Hash

01002400

484cd087 f70cc1e2 40caf531 780eec2a 165da91d 8da643d9 803e2647 a8102018

Security Association

0a002400

00000000

00000000

00000c00

01030402

00000000

03000c00

01fd0000

00000000

Nonce

```

04001400
70325f52 6573704e 6f696365 50465300
Key Exchange
05004400
806cfe17 8e1b9679 b5d7715e ef9faeb2 6fa6fd38 a0ce54cb d719b1dd c8bb7f51
38b6728d a99c0b33 80aa8829 4966a076 cd08cbc2 5564fb65 2aba828c dec26529
Identification
05000c00
00000000
01020301
Identification
00000c00
00000000
03027d02
Padding
08080808 08080808
Cipher input packet
00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 000000e8 70325f4d
5f4e5f50 01002400 484cd087 f70cc1e2 40caf531 780eec2a 165da91d 8da643d9
803e2647 a8102018 0a002400 00000000 00000000 00000c00 01030402 00000000
03000c00 01fd0000 00000000 04001400 70325f52 6573704e 6f696365 50465300
05004400 806cfe17 8e1b9679 b5d7715e ef9faeb2 6fa6fd38 a0ce54cb d719b1dd
c8bb7f51 38b6728d a99c0b33 80aa8829 4966a076 cd08cbc2 5564fb65 2aba828c
dec26529 05000c00 00000000 01020301 00000c00 00000000 03027d02 08080808
08080808
Encrypted packet
00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 000000e8 70325f4d
5f4e5f50 74043cef eadc368d a09419bc ed7b5cdf 477aba34 f441d562 1107bacf
4e8fcd1a 594c83a3 019645c2 15bb1b5d f54639f0 df763861 ef4de755 5d2dda55
71c649c0 35e4b612 c9920441 21fdc01d b217cf2f 49c7516f 4d809e06 e260662f
891e244a d299cbd5 f26498ba 20296aa6 cf4782bc 7bfd6425 e622b552 9ff33ec6
0eec9856 bfde9147 5d61a93b 5c852ac8 11c55963 87c25e16 526f6aaf acce6c5a
674203c6 20b7fae9 8601f483 c860595f 0c51827a 16763fe0 1b185f5b 5ea1784c
4c5d2487 c9bac24b

Ph 2 Packet 3

Initiator Cookie
00000003 00000004
Responder Cookie
00000004 00000004
Flags
08010001
Message ID
61626364
Length

```

00000050
Message Nonce
70325f4d 5f4e5f50
PL
Hash
00002400
1c12e52a 0a40adb1 7780cd16 2b7130b1 46649e71 3e785af9 ef7c8188 8a9f3ac7
Padding
04040404
Cipher input packet
00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 00000050 70325f4d
5f4e5f50 00002400 1c12e52a 0a40adb1 7780cd16 2b7130b1 46649e71 3e785af9
ef7c8188 8a9f3ac7 04040404
Encrypted packet
00000003 00000004 00000004 00000004 08010001 61626364 00000050 70325f4d
5f4e5f50 449623ee 476d7fef 7332b1e5 4f6495b3 5cfbb978 e2cff785 7b61f3d0
3f3f600e 68b42f8b c9476afd 81fbe91a

Ключевые слова: *электронная коммерция, электронная цифровая подпись, безопасность*

Руководитель организации-разработчика:

Генеральный директор
ООО «КРИПТО-ПРО»

_____ Чернова Н.Г.

Генеральный директор
ЗАО «Группа С-Терра»

_____ Рябко С.Д.

Руководитель разработки:

Директор по науке
ООО «КРИПТО-ПРО»

_____ Попов В.О.

Авторы документа:

Технический Директор
ООО «КРИПТО-ПРО»

_____ Леонтьев С.Е.

ООО «Крипто-Про»

_____ Пичулин Д.Н.

ЗАО «Группа С-Терра»

_____ Федченко А.А.