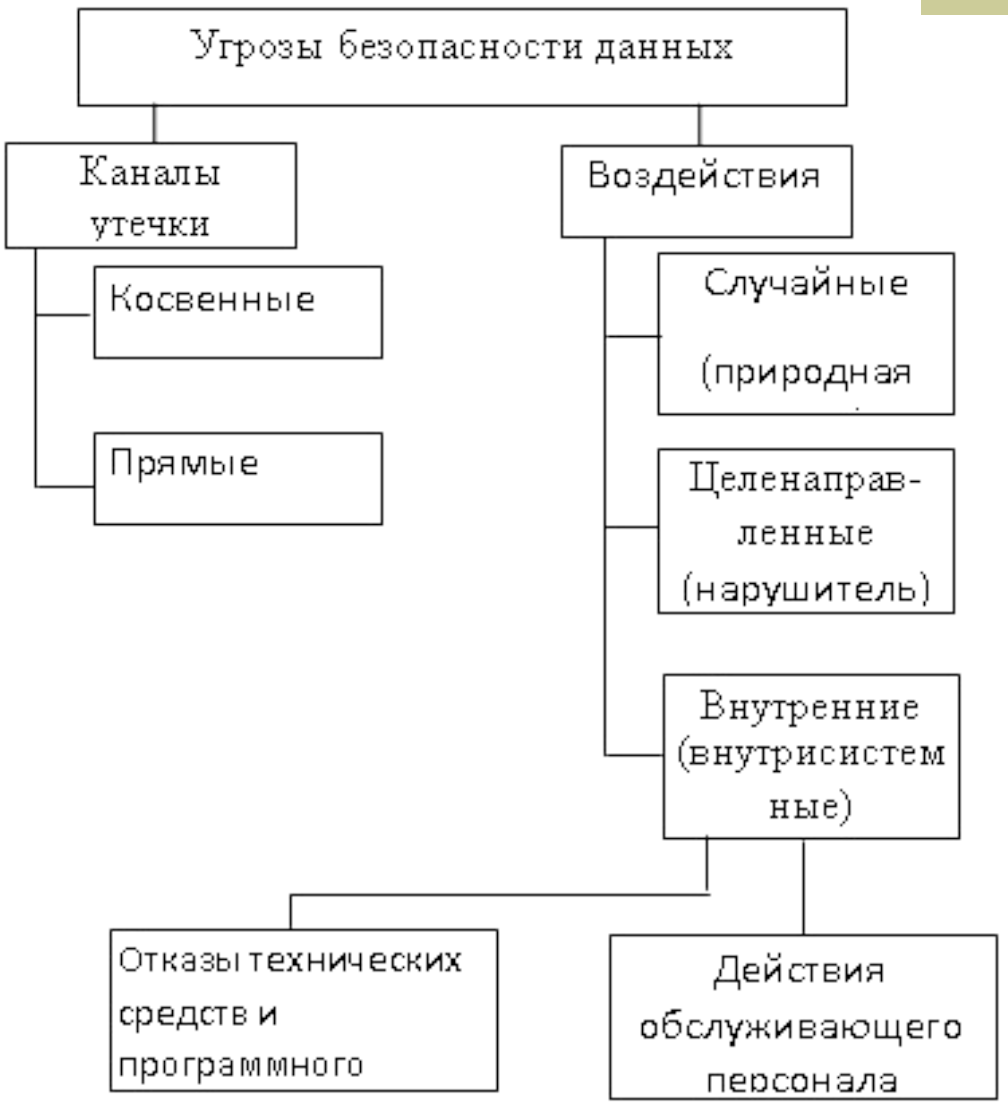
Информационная безопасность

Криптографические средства защиты данных

Виды угроз безопасности данных



Мотивы совершения компьютерных преступлений

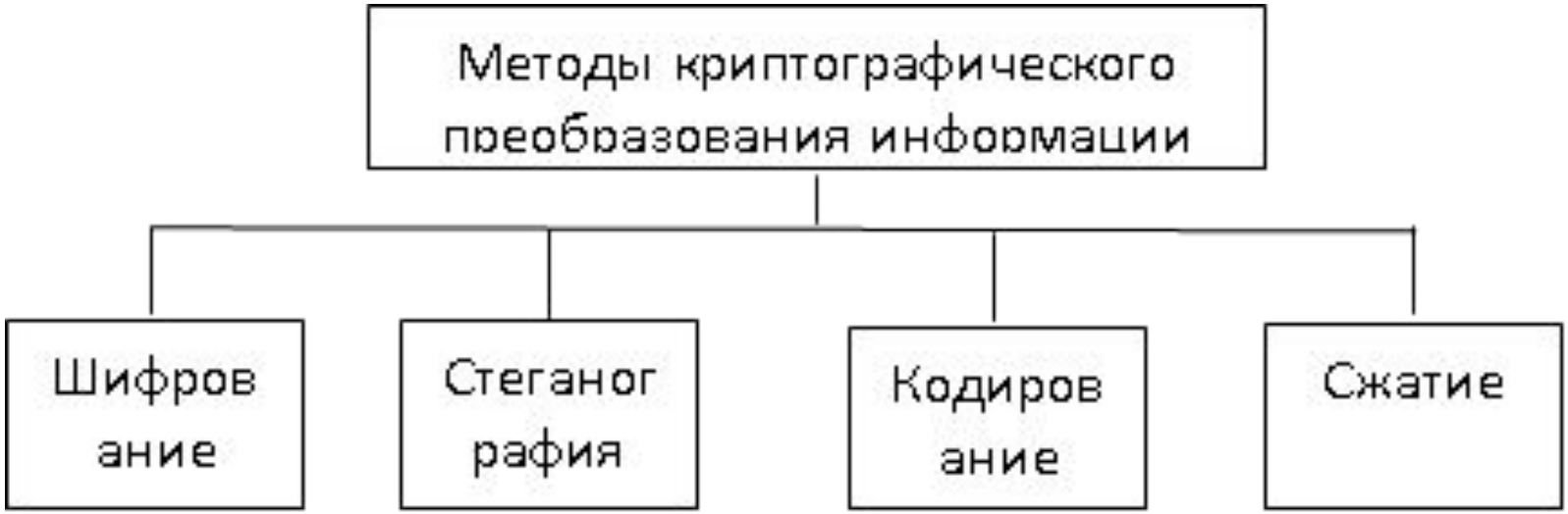
- корыстные побуждения – 66%;
- политические мотивы или государственные интересы – 17%;
- исследовательский интерес – 7%;
- хулиганские побуждения и озорство – 5%;
- обида и желание отомстить – 5%.

Цели совершения компьютерных преступлений

- хищение денежных средств – 52%;
- разрушение и уничтожение средств компьютерной техники – 16%;
- подмена исходных данных – 12%;
- хищение информации и программ – 10%;
- хищение услуг – 10%.

Классификация средств защиты информации

Классификация методов криптографического преобразования информации



Шифрование.

Заключается в проведении обратимых математических, логических, комбинаторных и других преобразований исходной информации, в результате которых зашифрованная информация представляет собой хаотический набор букв, цифр, других символов и двоичных кодов. Для шифрования информации используют алгоритм преобразования и ключ. Как правило, алгоритм для определенного метода шифрования является неизменным. Ключ шифрования может изменяться. Существует следующая классификация методов шифрования:

- замена (подстановка);
- перестановка;
- аналитическое преобразование;
- гаммирование;
- комбинированное преобразование.

Стеганография.

Методы стеганографии позволяют скрыть не только смысл хранящейся или передаваемой информации, но и сам факт хранения или передачи закрытой информации. В компьютерных сетях практическое использование стеганографии только начинается. В основе всех методов стеганографии лежит маскирование закрытой информации среди открытых файлов.

Например:

- представление графической и звуковой информации в числовом виде. *Так в графических объектах наименьший элемент изображения может кодироваться одним байтом;*
- помещение битов скрытого файла в младшие разряды определенных байтов изображения в соответствии с алгоритмом криптографического преобразования.

Очень сложно выявить скрытую информацию с помощью специальных программ.

Наилучшим образом для внедрения скрытой информации подходят ***изображения местности, снимки со спутников, самолетов и т.п.***

С помощью средств стеганографии могут маскироваться текст, изображение, речь, цифровая подпись, зашифрованное сообщение. Комплексное использование стеганографии и шифрования многократно повышает сложность решения задачи обнаружения и раскрытия секретной информации.

Кодирование.

При кодировании информации происходит замена смысловых конструкций исходной информации (слов, предложений) кодами. В качестве кодов могут использоваться сочетания букв, цифр, букв и цифр. При кодировании и обратном преобразовании используют специальные таблицы или словари.

Кодирование информации целесообразно применять в системах с ограниченным набором смысловых конструкций. Такой вид криптографического преобразования применим, например, в командных линиях АС.

Недостатками кодирования конфиденциальной информации является необходимость хранения и распространения кодировочных таблиц, которые необходимо часто менять, чтобы избежать раскрытия кодов статистическими методами обработки перехваченных сообщений.

Сжатие.

Сжатие информации может быть отнесено к методам криптографического преобразования информации с определенными оговорками. Целью сжатия является сокращение объема информации. В то же время сжатая информация не может быть прочитана или использована без обратного преобразования. *Учитывая доступность средств сжатия и обратного преобразования, эти методы нельзя рассматривать как надежные средства криптографического преобразования информации. Поэтому сжатые файлы конфиденциальной информации подвергаются последующему шифрованию. Для сокращения времени целесообразно совмещать процесс сжатия и шифрования информации.*

- В настоящее время разработано большое количество различных методов шифрования, созданы теоретические и практические основы их применения. Подавляющее число этих методов может быть успешно использовано для закрытия информации в АС.
- Процесс криптографического закрытия данных может осуществляться как программно, так и аппаратно. Однако аппаратная реализация обладает рядом преимуществ, главным из которых является высокая производительность.

Шифрование

- **Шифрование** – использование криптографических сервисов безопасности.
- **Процедура шифрования** – преобразование открытого текста сообщения в закрытый.
- Современные средства шифрования используют известные алгоритмы шифрования. Для обеспечения конфиденциальности преобразованного сообщения используются специальные параметры преобразования – ключи.

Шифрование

- Криптографические преобразования используются при реализации следующих сервисов безопасности:
  - **Собственно шифрование** (обеспечение конфиденциальности данных);
  - **Контроль целостности**;
  - **Аутентификация**.

Системы криптографической защиты информации

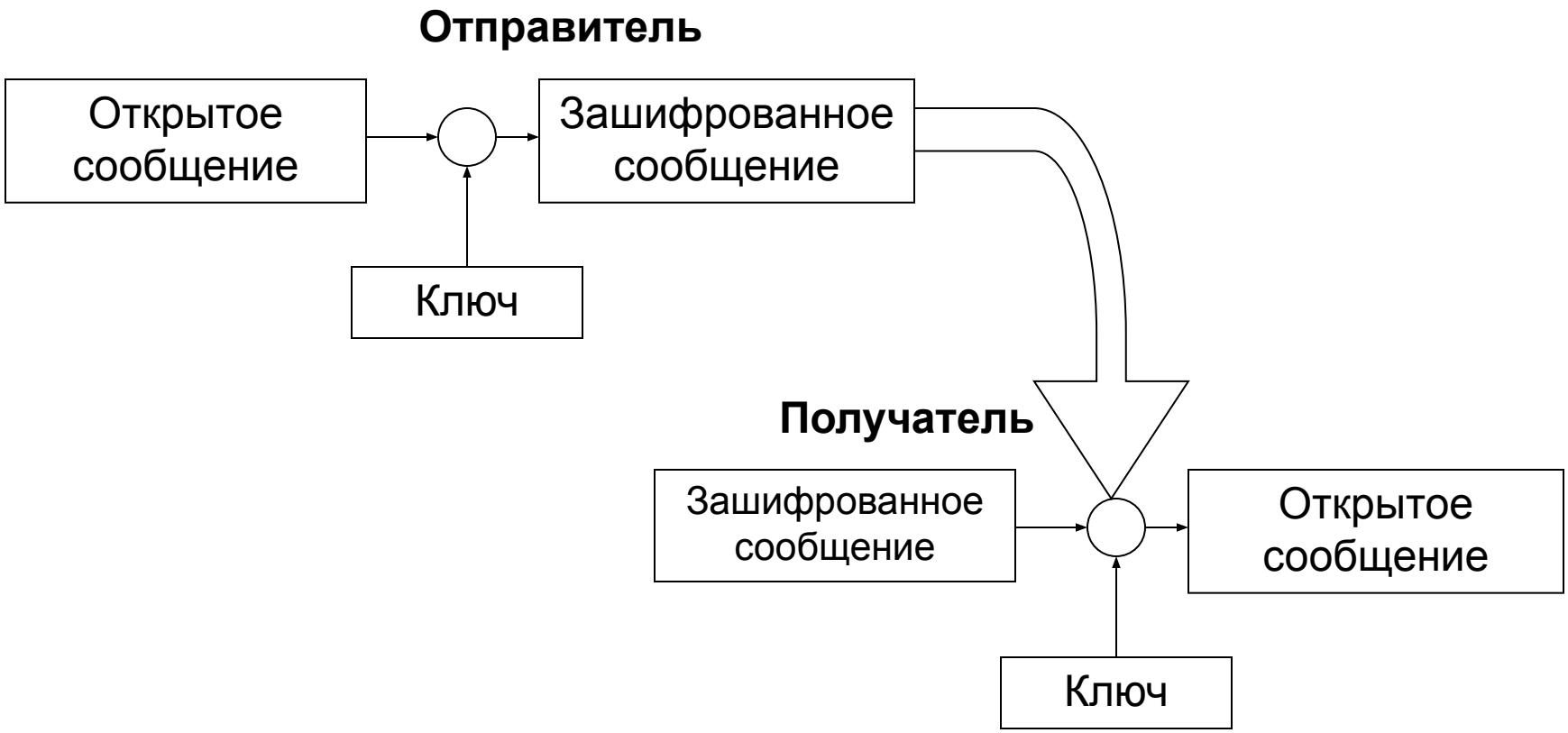
- Задача средств криптографической защиты информации — преобразование информационных объектов с помощью некоторого **обратимого математического алгоритма**.
- Процесс **шифрования** использует в качестве входных параметров объект – **открытый текс**т и **объект – ключ**, а результат преобразования — **объект – зашифрованный текст**. При **дешифровании** выполняется обратный процесс.
- Криптографическому методу в ИС соответствует некоторый специальный алгоритм. При выполнении данного алгоритма используется уникальное числовое значение – **ключ**.

Знание ключа позволяет выполнить обратное преобразование и получить открытое сообщения.

Стойкость криптографической системы определяется используемыми алгоритмами и степенью секретности ключа.

Криптографические средства защиты данных

- Для обеспечения защиты информации в распределенных информационных системах активно применяются криптографические средства защиты информации.
- Сущность криптографических методов заключается в следующем:



Использование средств криптографической защиты для предотвращения угроз ИБ

- **Обеспечение конфиденциальности данных**. Использование криптографических алгоритмов позволяет предотвратить утечку информации. Отсутствие ключа у «злоумышленника» не позволяет раскрыть зашифрованную информацию;
- **Обеспечение целостности данных**. Использование алгоритмов несимметричного шифрования и хэширования делает возможным создание способа контроля целостности информации.
- **Электронная цифровая подпись.** Позволяет решить задачу отказа от информации.
- **Обеспечение аутентификации**. Криптографические методы используются в различных схемах аутентификации в распределенных системах (**Kerberos, S/Key** и др.).

Требования к системам криптографической защиты

Криптографические требования

- Эффективность применения злоумышленником определяется **средней долей дешифрованной информации**, являющейся средним значением отношения количества дешифрованной информации к общему количеству шифрованной информации, подлежащей дешифрованию, и трудоемкостью дешифрования единицы информации, измеряемой Q числом элементарных опробований.
- Под **элементарными опробованиями** понимается операция над двумя n-разрядными двоичными числами. При реализации алгоритма дешифрования может быть использован гипотетический вычислитель, объем памяти которого не превышает M двоичных разрядов. За одно обращение к памяти может быть записано по некоторому адресу или извлечено не более n бит информации. Обращение к памяти по трудоемкости приравнивается к элементарному опробованию.
- За единицу информации принимается общий объем информации обработанной на одном средстве криптографической защиты в течении единицы времени. Атака злоумышленника является успешной, если объем полученной открытой информации больше некоторого заданного объема V.

Требования к системам криптографической защиты

Требования надежности.

- Средства защиты должны обеспечивать заданный уровень надежности применяемых криптографических преобразований информации, определяемый значением допустимой вероятности неисправностей или сбоев, приводящих к получению злоумышленником дополнительной информации о криптографических преобразованиях.

- Регламентные работы (ремонт и сервисное обслуживание) средств криптографической защиты не должно приводить к ухудшению свойств средств в части параметров надежности.

Требования к системам криптографической защиты

Требование по защите от несанкционированного доступа для средств криптографической информации в составе информационных систем.

- В автоматизированных информационных системах, для которых реализованы программные или аппаратные средства криптографических защиты информации, при хранении и обработке информации должны быть предусмотрены следующие основные механизмы защиты:
  - **идентификация и аутентификация пользователей и субъектов доступа;**
  - **управление доступом;**
  - **обеспечения целостности;**
  - **регистрация и учет.**

Требования к системам криптографической защиты

Требования к средствам разработки, изготовления и функционирования средств криптографической защиты информации.

- Аппаратные и программные средства, на которых ведется разработка систем криптографической защиты информации, не должны содержать явных или скрытых функциональных возможностей, позволяющих:
  - модифицировать или изменять алгоритм работы средств защиты информации в процессе их разработки, изготовления и эксплуатации;
  - модифицировать или изменять информационные или управляющие потоки, связанные с функционированием средств;
  - осуществлять доступ посторонних лиц к ключам идентификационной и аутентификационной информации;
  - получать доступ к конфиденциальной информации средств криптографической защиты информации.

Способы шифрования

Различают два основных способа шифрования:

- **Симметричное шифрование**, иначе ***шифрование с закрытым ключом***;
- **Ассиметричное шифрование**, иначе ***шифрование с открытым ключом***;

Шифрование с секретным ключом

При симметричном шифровании процесс зашифровывания и расшифровывания использует некоторый *секретный ключ*.

- При симметричном шифровании реализуются два типа алгоритмов:
  - ***Поточное шифрование*** (побитовое)
  - ***Блочное шифрование*** (при шифровании текст предварительно разбивается на блоки, как правило не менее 64 бит)

Шифрование с секретным ключом

Выделяют следующие общие принципы построения шифров:

- ***электронная кодовая книга*** (режим простой замены);
- ***сцепление блоков шифра*** (режим гаммирования с обратной связью);
- ***обратная связь по шифротексту***;
- ***обратная связь по выходу*** (режим гаммирования).

Шифрование с секретным ключом

Стандарт шифрования DES.

- Алгоритм шифрования представляет собой блочный шифр, использующий подстановки, перестановки и сложения по модулю 2, с длиной блока 64 бита и длиной ключа 56 бит.
- Подстановки и перестановки, используемые в DES фиксированы.

Алгоритм шифрования DES

Основные этапы алгоритма шифрования

- К блоку входного текста применяется фиксированная перестановка IP
- Для каждого цикла (всего 16) выполняется операция зашифровывания:
  - *64 битный блок разбивается на две половины (левую x" и правую x') по 32 бита*
  - *Правая половина x' разбивается на 8 тетрад по 4 бита. Каждая тетрада по циклическому закону дополняется крайними битами из соседних тетрад до 6-битного слова*
  - *Полученный 48-битный блок суммируется по модулю 2 с 48 битами подключа, биты которого выбираются на каждом цикле специальным образом из 56 бит, а затем разбиваются на 8 блоков по 6 бит*

Алгоритм шифрования DES (продолжение)

- *Каждый из полученных на предыдущем шаге блоков поступает на вход функции фиксированного S-блока, которая выполняет нелинейную замену наборов 6-битных блоков тетрадами*
- *Полученные 32 бита подвергаются фиксированной перестановке, результатом которой является полублок $F_i(x')$*
- *Компоненты правого зашифрованного полублока $F_i(x')$ суммируется по модулю 2 с компонентами левого полублока x" и меняются местами, т.е. блок (x", $F_i(x')$) преобразуется в блок (x"+$F_i(x')$,x")*

- К блоку текста, полученному после всех 16 циклов, применяется обратная перестановка IP^{-1}
- Результатом является выходной зашифрованный текст

Симметричное шифрование

В процессе шифрования и дешифрования используется один и тот же параметр – секретный ключ, известный обеим сторонам

- Примеры симметричного шифрования:
  - ***ГОСТ 28147-89***
  - ***DES***
  - ***Blow Fish***
  - ***IDEA***
- Достоинство симметричного шифрования
  - ***Скорость выполнения преобразований***
- Недостаток симметричного шифрования
  - ***Известен получателю и отправителю, что создает проблемы при распространении ключей и доказательстве подлинности сообщения***

Симметричное шифрование

Алгоритм	Размер ключа	Длина блока	Число циклов	Основные операции
DES	56	64	16	Перестановка, подстановка, $\oplus$
FEAL	64, 128	64	<=4	Сложение по модулю 2^8, циклический сдвиг, $\oplus$
IDEA	128	64	8	Умножение по модулю $2^{16}+1$, сложение по модулю 2^{16}, $\oplus$
ГОСТ 28147-89	256	64	32	Сложение по модулю 2^{32}, подстановка, циклический сдвиг, $\oplus$
RC5	8t, t<=255	32, 64, 128	<= 255	Сложение по модулю 2^W, (W=1/2 длины блока), циклический сдвиг, $\oplus$
Blowfish	<=448	64	16	Сложение по модулю 2^{32}, подстановка, $\oplus$

Несимметричное шифрование

- В несимметричных алгоритмах шифрования ключи зашифровывания и расшифровывания всегда разные (хотя и связанные между собой).
- Ключ зашифровывания является несекретным (открытым), ключ расшифровывания – секретным.

Несимметричное шифрование

- Алгоритм шифрования ***RSA*** (предложен Р.Ривестом, Э. Шамиром и Л.Адлманом) включает в себя:
  - *Пусть заданы два простых числа p и q и пусть n=pq, ϕ (n)=(p-1)(q-1). Пусть число e, такое что числа e и ϕ(n) взаимно простые, а d – мультипликативно обратное к нему, то есть ed≡mod ϕ(n). Числа e и d называются открытым и закрытым показателями соответственно. Открытым ключом является пара (n,e) секретным ключом – d. Множители p и q должны сохраняться в секрете.*
  - *Таким образом безопасность системы RSA основана на трудности задачи разложения на простые множители.*

Несимметричное шифрование

- Кроме алгоритма RSA часто используемыми алгоритмами несимметричного шифрования являются:
  - ***Алгоритм Эль-Гамаля*** (использует простое число p, образующую группы g и экспоненту $y=g^x(\mathrm{mod}\ p)$)
  - ***Алгоритм шифрования Месси-Омуры*** (использует простое число p, такое что p-1 имеет большой простой делитель в качестве открытого ключа, секретный ключ определяется в процессе диалога между приемником и источником)

Ассиметричное шифрование

- В криптографических преобразованиях используется два ключа. Один из них несекретный (открытый) ключ используется для шифрования. Второй, секретный ключ для расшифровывания.
- Примеры несимметричного шифрования:
  - **RSA**
  - **Алгоритм Эль-Гамаля**
- Недостаток асимметричного шифрования
  - ***низкое быстродействие алгоритмов (из-за длины ключа и сложности преобразований)***
- Достоинства:
  - ***Применение асимметричных алгоритмов для решения задачи проверки подлинности сообщений, целостности и т.п.***

Сравнение симметричных и несимметричных алгоритмов шифрования

- Преимущества симметричных алгоритмов:
  - ***Скорость выполнения криптографических преобразований***
  - ***Относительная легкость внесения изменений в алгоритм шифрования***
- Преимущества несимметричных алгоритмов
  - ***Секретный ключ известен только получателю информации и первоначальный обмен не требует передачи секретного ключа***
  - ***Применение в системах аутентификации (электронная цифровая подпись)***

Проверка подлинности

- Криптографические методы позволяют контролировать целостность сообщений, определять подлинность источников данных, гарантировать невозможность отказа от совершенных действий
- В основе криптографического контроля целостности лежат два понятия:
  - ***Хэш-функция;***
  - ***Электронная цифровая подпись.***

Проверка целостности сообщений

- Контроль целостности потока сообщений помогает обнаружить их повтор, задержку, переупорядочивание или утрату. Для контроля целостности сообщений можно использовать хэш-функцию.
- **Хэш-функция** – преобразование преобразующее строку произвольной длины в строку фиксированной длины и удовлетворяющее следующим свойствам:
  - *Для каждого значения H(M) невозможно найти аргумент M – стойкость в смысле обращения;*
  - *Для данного аргумента M невозможно найти аргумент M', что H(M) = H(M') – стойкость в смысле возникновения коллизий.*
- Хэш-функция используется:
  - *Для создания сжатого образа сообщения, применяемого в ЭЦП;*
  - *Для защиты пароля;*
  - *Для построения кода аутентификации сообщений.*

Контроль подлинности

- **Электронная цифровая подпись** выполняет роль обычной подписи в электронных документах для подтверждения подлинности сообщений – данные присоединяются к передаваемому сообщению, подтверждая подлинность отправителя сообщения.
- При разработке механизма цифровой подписи возникает три задачи:
  - создание подписи таким образом, чтобы ее невозможно было подделать;
  - возможность проверки того, что подпись действительно принадлежит указанному владельцу.
  - предотвращение отказа от подписи.

Алгоритм формирования электронной цифровой подписи

- При формировании цифровой подписи по классической схеме отправитель:
  - *Применяет к исходному тексту хэш-функцию;*
  - *Дополняет хэш-образ до длины, требуемой в алгоритме создания ЭЦП;*
  - *Вычисляет ЭЦП по хэш-образу с использованием секретного ключа создания подписи.*
- Получатель, получив подписанное сообщение, отделяет цифровую подпись от основного текста и выполняет проверку:
  - *Применяет к тексту полученного сообщения хэш-функцию;*
  - *Дополняет хэш-образ до требуемой длины;*
  - *Проверяет соответствие хэш-образа сообщения полученной цифровой подписи с использованием открытого ключа проверки подписи.*

Примеры алгоритмов формирования хэш-функции и ЭЦП

- В качестве распространенных алгоритмов хэширования можно указать:
  - ***MD5;***
  - ***SHA;***
  - ***ГОСТ Р34.11-94;***
- Алгоритмы формирования электронной цифровой подписи:
  - ***RSA;***
  - ***DSA;***
  - ***ГОСТ Р34.10-94***

Выбор алгоритмов аутентификации

- При выборе протоколов аутентификации, необходимо определить, какой тип аутентификации требуется – односторонняя или двусторонняя, наличие доверенной стороны и т.д.
- Параметры протокола аутентификации:
  - *Тип алгоритма (симметричный, несимметричный);*
  - *Конкретный вид алгоритма;*
  - *Режим работы;*
  - *Процедура управления ключами;*
  - *Совместимость используемых алгоритмов.*