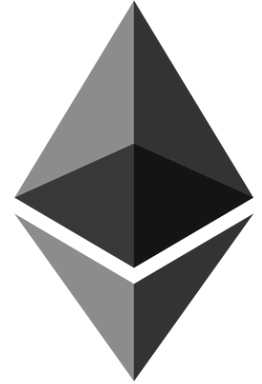




# Архитектура Ethereum

# Ethereum

- Ethereum — второй по популярности блокчейн-проект в мире.
- Биткоин был точкой, с которой всё началось. Он оказался не просто системой денежных переводов, он показал миру новый способ организации сети, где гарантии завязаны не на посредников и «соглашения пользователя», а на чистую математику.
- Ethereum взял идею блокчейна за основу, и применил для решения более широкого класса задач. Гарантировать не только валидность денежных переводов, но и вообще любых условий и сделок. И даже автоматизировать создание таких условий.



# Создание Ethereum

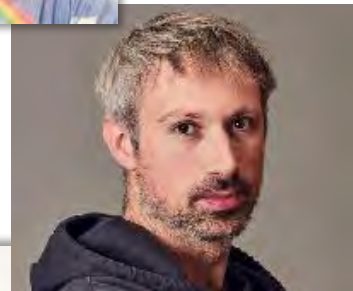
- 2013 г. – В. Бутерин публикует "Белую книгу Ethereum", содержащую идею проекта:

<https://ethereum.org/en/whitepaper/>

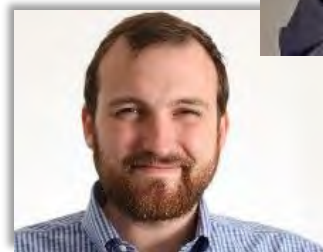
- 2014 г. – в Швейцарии основана компания Ethereum Switzerland GmbH.
- Средства на проект собирались при помощи децентрализованного финансирования (ICO) на платформе Биткоин. В открытую продажу было выпущено 60 млн токенов ETH, за которые организаторы получили более 31,5 тыс. BTC на сумму 18,3 млн долл. США. Ещё 12 млн токенов были зарезервированы для разработчиков и консультантов.
- 20 июля 2015 года – сформирован генезис-блок Ethereum
- 30 июля 2015 года – запущена альфа-версия системы Frontier



*Виталий  
Бутерин*



*Гэвин Вуд*



*Чарльз  
Хоскинсон*



*Энтони Ди лорио*

# Ethereum в цифрах

**\$2 420,18** • Oct 2024

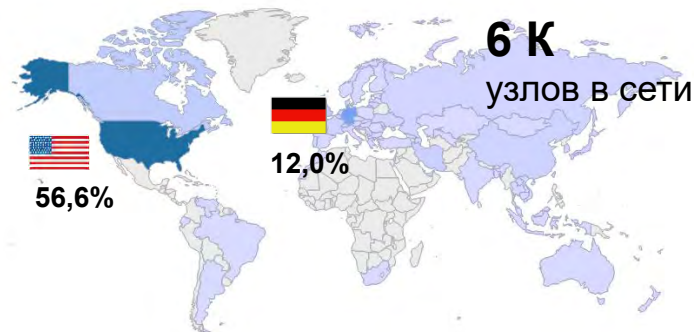
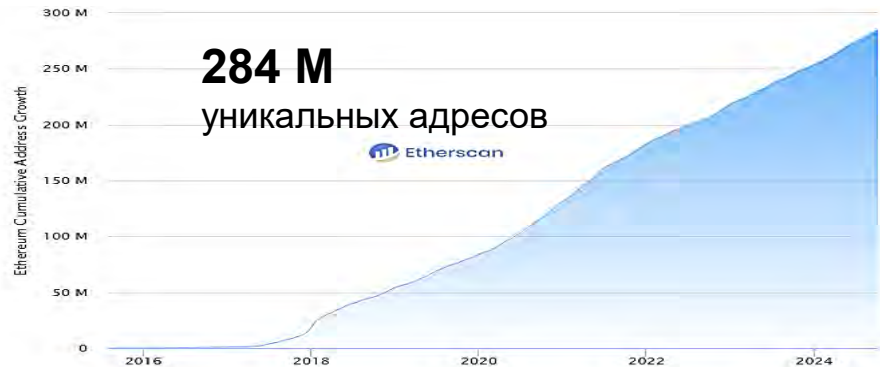
Объем 15 230 883 994 ETH

USD



<https://www.blockchain.com/explorer/assets/eth>

# Ethereum в цифрах



# Ethereum Improvement Proposals (EIP)

EIP описывают стандарты для платформы Ethereum, включая спецификации основных протоколов, клиентские API и стандарты контрактов.

<https://eips.ethereum.org/>

**EIP 1** – стандарт написания и принятия EIP

## Классы стандартов:

**Ядро** – ключевые стандарты, влияющие на функционирование системы в целом, как правило, требующие консенсуса участников

**Нетворкинг** – стандарты, касающиеся протоколов сетевого взаимодействия.

**Интерфейс** – предложения по улучшению клиентского API/RPC, стандарты на уровне языка и интерфейса смарт-контрактов.

**ERC (Ethereum Request for Comments)** – стандарты уровня приложений (контрактов, токенов и т.д.).

**Метастандарты** – изменения связанных с Ethereum процессов (принятие решений, процессы хардфорков и т.д.).

**Информационные** – общая информация для сообщества Ethereum.



# Обновления протокола Ethereum

Название	Дата выхода	Номер блока	Содержание
Frontier	30.07.2015	0	Бета-версия системы
Homestead	15.03.2016	1 150 000	Повышение стабильности системы
Tangerine Whistle	18.10.2016	2 463 000	Защита от DDoS-атак
Spurious Dragon	23.11.2016	2 675 000	Защита от DDoS-атак
Byzantium	16.10.2017	4 370 000	Снижение вознаграждений за майнинг
Constantinople	28.02.2019	7 280 000	Подготовка к переходу на Proof-of-Stake
St. Petersburg	28.02.2019	7 280 000	Повышение безопасности
Istanbul	08.12.2019	9 069 000	Снижение расходов на газ, совместимость с Zcash
Muir Glacier	02.01.2020	9 200 000	Повышение производительности
Berlin	15.04.2021	12 244 000	Оптимизация цены газа, поддержка транзакций
London	05.08.2021	12 965 000	Снижение волатильности комиссий за транзакции
Arrow Glacier	09.12.2021	13 773 000	Повышение производительности
Gray Glacier	30.06.2022	15 050 000	Повышение производительности
Paris	15.09.2022	15 537 394	Переход на консенсус Proof-of-Stake
Shanghai	12.04.2023	17 034 871	Возможность вывода средств из стейкинга
Cancun	13.03.2024	19 426 587	Повышение масштабируемости сети

# Консенсус

- Изначально сеть работала на консенсусе Proof of Work.
- Для устойчивости к ASIC-майнингу использовался алгоритм Ethash, требующий большого объёма памяти для хранения промежуточных данных.
- В 2020 году была развёрнута параллельная цепочка блокчейна Beacon Chain, на которой тестировался консенсус Proof of Stake.
- 15 сентября 2022 года в результате обновления Paris произошло слияние цепочек, после которого остался только консенсус Proof of Stake.
- Переход на Proof of Stake привёл к снижению энергопотребления системы на 99,95%.
- Для участия в создании новых блоков узел должен поместить в стейкинг сумму 32 ETH.
- Права на генерацию нового блока передаются узлам, участвующим в стейкинге, случайным образом.

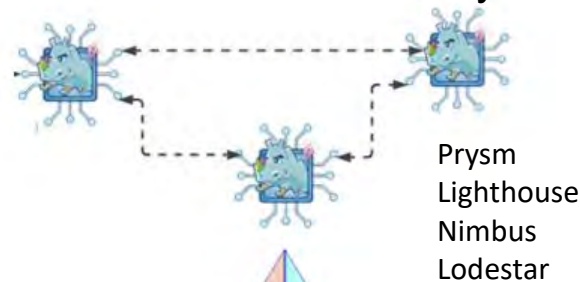


# Консенсус

Узел сети включает в себя три компонента:

- **Клиент исполнения** - отвечает за обработку и распространение транзакций, управление состоянием и поддержку EVM
- **Клиент консенсуса** – отвечает за синхронизацию узла с сетью, распространение информации о полученных блоках, выбор основной цепочки при форках
- **Валидатор** – необязательное дополнение к клиенту консенсуса. Обработывает логику консенсуса, участвует в подтверждении или предложении блоков. Включается при внесении в стейкинг минимальной суммы 32 ETH.

Сеть клиентов консенсуса

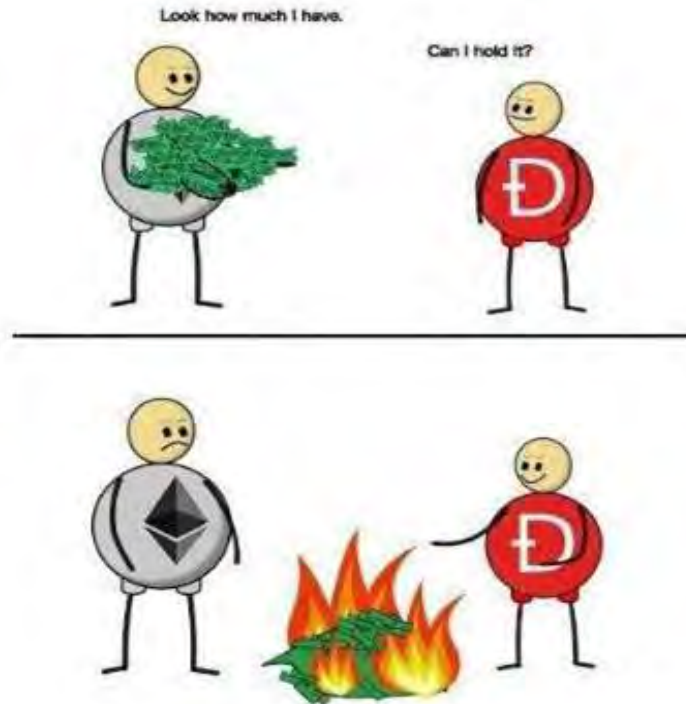


Сеть клиентов исполнения



# The DAO

- **The DAO** — цифровая децентрализованная автономная организация, представляющая собой краудфандинговую платформу, основанную на системе смарт-контрактов и технологии Ethereum.
- В ходе краудфандингового сбора средств компании удалось весной 2016 года привлечь более **150 млн долл.** инвестиций от 11 тыс. инвесторов и стать крупнейшим краудфандинговым проектом в истории.
- В июне 2016 года злоумышленникам удалось эксплуатировать баг, позволявший создавать рекурсивные ответвления и многократно получать эфиры. В результате атаки проект потерял сумму, превышающую **50 млн долларов США**.



# Хардфорк Ethereum

- 20 июля 2016 года сеть Ethereum была подвергнута хард-форку , чтобы перевести средства из DAO на адрес восстановления, где их первоначальные владельцы могли обменять их обратно на Ethereum.
- Однако часть узлов сети не продолжала использовать оригинальный неразветвленный блокчейн Ethereum, который теперь называется Ethereum Classic .



Капитализация **295 млрд долл.**



Капитализация **2,8 млрд долл.**

# Ethereum

- Два типа аккаунтов: кошельки и смарт-контракты
- Транзакции:
  - перевод на кошелёк;
  - размещение в сети смарт-контракта;
  - вызов функции смарт-контракта
- Денежная единица – **эфир** (ETH).
- Минимальная денежная единица **1 wei =  $10^{-18}$  ETH**
- Комиссия за каждую транзакцию – **газ**. Величина комиссии определяется сетью в зависимости от загрузки.
- Текущие параметры сети:

<https://etherscan.io/>

# Дробные части ЕТН

Единица	wei	ether
wei	1 wei	$10^{-18}$ ether
Kwei ( <i>babbage</i> )	$10^3$ wei	$10^{-15}$ ether
Mwei ( <i>lovalace</i> )	$10^6$ wei	$10^{-12}$ ether
Gwei ( <i>shannon</i> )	$10^9$ wei	$10^{-9}$ ether
microether ( <i>szabo</i> )	$10^{12}$ wei	$10^{-6}$ ether
milliether ( <i>finney</i> )	$10^{15}$ wei	$10^{-3}$ ether
ether	$10^{18}$ wei	1 ether

# Аккаунты Ethereum

Система Ethereum состоит из **аккаунтов**. Каждый аккаунт имеет 20-байтовый адрес, а переходы между состояниями представляют собой прямую передачу значений и информации между аккаунтами.

Аккаунты разделяются на **внешние аккаунты**, управляемые пользователями, и **контрактные аккаунты**, управляемые своим кодом контракта.

Аккаунт Ethereum содержит четыре поля:

- **nonce**: счетчик, используемый для проверки того, что каждая транзакция может быть обработана только один раз,
- **текущий ETH-баланс** аккаунта,
- **код контракта** аккаунта, если существует,
- **хранилище** аккаунта (по умолчанию пусто).

# Аккаунты Ethereum

Пользователи  
(кошельки)



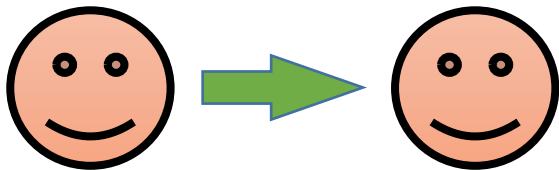
- Управляются приватными ключами
- Иницируют транзакции
- Обладают балансом
- Управляются владельцем кошелька

Контракты

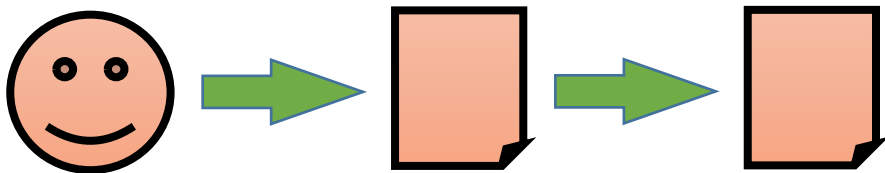


- Управляются собственным кодом
- Реагируют на события выполнением функций
- Обладают балансом
- Имеют хранилище данных

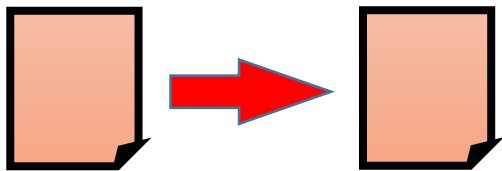
# Смарт-контракт vs. пользователь



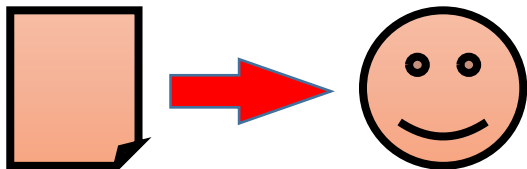
Обычный перевод



Пользователь вызвал функцию, она вызвала функцию другого контракта



Контракт не может самостоятельно инициировать вызов функций



Контракт не может самостоятельно переводить средства пользователям



# Транзакции Ethereum

**Транзакция** – подписанный пакет данных, в котором хранится информация.

Транзакции могут быть инициированы только внешними аккаунтами.

Транзакция содержит:

- адрес получателя транзакции;
- подпись, идентифицирующую отправителя;
- количество эфира для перевода от отправителя к получателю;
- (необязательное) поле с данными;
- поля, определяющие комиссию за выполнение транзакции.

**Сообщение** – “транзакция”, пересылаемая от одного контракта другому при выполнении кода.

# Типы транзакций

**Обычная транзакция** – перевод средств с одного внешнего аккаунта на другой

**Развёртывание контракта** – транзакция, создающая новый смарт-контракт и записывающая его код в блокчейн

**Исполнение контракта** – транзакция, вызывающая функции существующего смарт-контракта.

# Ethereum Virtual Machine

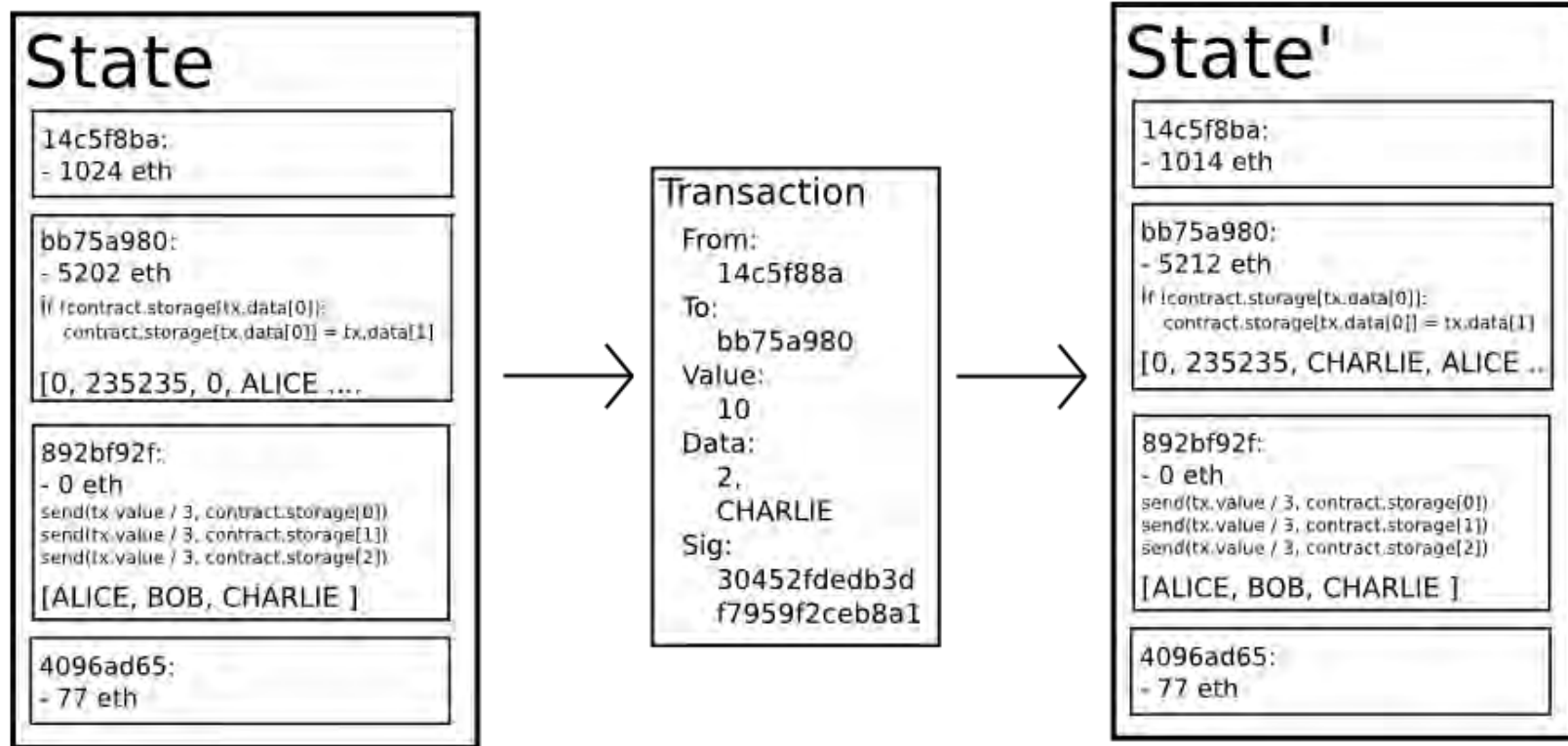
**EVM** (*Ethereum Virtual Machine*) – это единый глобальный 256-битный “компьютер”, в котором все транзакции хранятся локально на каждом узле сети и исполняются с относительной синхронностью. Это глобально доступная виртуальная машина, состоящая из множества отдельных компьютеров.

**EVM**

Ethereum Virtual Machine



# Переход состояний EVM



# Вознаграждение за вычисления

- Выполнение каждой операции в транзакции оплачивается.
- Из оплаты формируется вознаграждение узлов.
- Ограниченность средств предотвращает DDoS-атаки на сеть и зависания из-за ошибок в коде

```
uint balance = 50;  
while (True) {  
    balance += 1000;  
}
```

Бесконечный цикл

В какой-то момент транзакция достигнет порогового значения вычислительных операций и ее выполнение прервется

# Gas

- Выполнение каждой инструкции стоит определённое количество **газа** (Gas).
- Например, обычная транзакция перевода средств между аккаунтами стоит около 21 000 gas.
- Стоимость газа определяется в wei в зависимости от загруженности сети.

<https://etherscan.io/gastracker>

Скорость обработки транзакции	Время обработки транзакции	Стоимость, Gwei ( $10^9$ wei)
Медленно	< 30 минут	34
Стандарт	~ 3 мин.	35
Быстро	~ 30 с	36

# Комиссия за транзакцию

- **Базовая** – комиссия, устанавливаемая протоколом для того, чтобы транзакция считалась действительной. "Сжигается" при выполнении транзакции.
- **Плата за приоритет** – дополнительная комиссия, необходимая, чтобы валидаторы выбрали транзакцию для включения в ближайший блок. Выплачивается в качестве вознаграждения валидатору.
- **Величина комиссии за транзакцию:**

$$\text{Fee} = (\text{baseFee} + \text{priorityFee}) \times \text{gas}$$

- **В транзакции указывается:**

**gasLimit** - максимальное количество единиц газа, которое может быть использовано транзакцией

**maxPriorityFeePerGas** - максимальная цена потребленного газа, которая будет включена в комиссию валидатора

**maxFeePerGas** - максимальная комиссия за единицу газа, которая будет выплачена за транзакцию

# Блокчейн-аналитика: Etherscan

Блокчейн-обозреватель:

<https://etherscan.io/>

Возможности поиска:

- По номеру блока в цепочке
- По адресу пользователя
- По хешу блока/транзакции
- По наименованию токена

API Etherscan:

<https://docs.etherscan.io/>



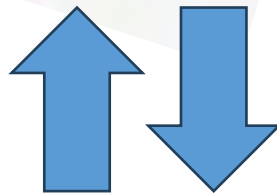
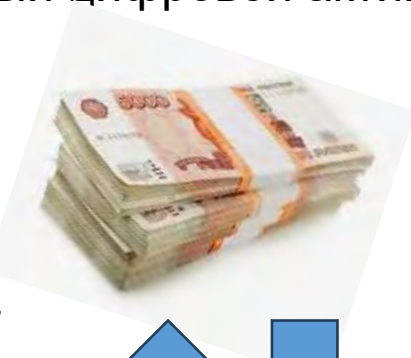
# Токены

- Токен - единица учета, представляющая некоторый цифровой актив в рамках криптовалютной экосистемы.

## Отличия от криптовалюты:

- токен не является компонентом блокчейн-системы, блокчейн используется только для хранения информации;
- эмиссия и верификация транзакций токенов может проходить централизованно;
- токены не производятся сетью, их приобретение возможно у эмитентов или владельцев;
- условия выпуска, погашения и передачи токенов определяются индивидуально их эмитентами.

Криптовалюта



Токены



# Токены Ethereum

	Ethereum	Токены
Идея	Основная валюта платформы	Цифровые активы на базе валюты
Капитализация	~ \$295 млрд	> \$240 млрд
Валюта	ETH	Augur, Aragon, Golem etc.
Команда	Ethereum Foundation	Авторы смарт-контрактов, компании
Способ получения	Стейкинг, биржи	Приобретение у владельцев токенов / эмитентов



# Топ-5 токенов на Ethereum

Наименование	Цена	Рыночная капитализация	Циркулирующее предложение
 <b>Shiba Inu (Шиб-ину)</b> SHIB	\$0.00001668	\$9,831,464,458	589,267,448,556,497 SHIB
 <b>Dai</b> DAI	\$0.9999	\$5,364,629,895	5,365,382,703 DAI
 <b>First Digital USD</b> FDUSD	\$0.9987	\$3,194,238,633	3,198,527,733 FDUSD
 <b>Render</b> RENDER	\$5.07	\$2,622,308,974	517,690,631 RENDER
 <b>Mantle</b> MNT	\$0.5835	\$1,906,301,893	3,266,841,708 MNT

# Initial Coin Offering (ICO)

**Initial Coin Offering (ICO)** – "первичное предложение монет", форма привлечения инвестиций путём продажи инвесторам фиксированного количества токенов, полученных разовой или ускоренной генерацией.

IPO	ICO
Инвесторам предлагается доля в бизнесе (акции) компании	Инвесторам предлагаются токены
Процедура регулируется законодательством	Процедура никак не регулируется
Права акционеров определены и защищены законодательно	Права владельцев токенов определяются для каждого проекта индивидуально эмитентом, никак не защищены
Проводится централизованно биржей	Проводится децентрализованно

# Initial Coin Offering (ICO)



Эмитент публикует  
"Белую книгу"  
(Whitepaper) проекта,  
содержащую описание  
проекта и детали ICO

Проводится  
маркетинговая  
компания по  
привлечению  
инвесторов в  
проект

Запускается ICO  
(presale,  
private sale,  
public sale)

Токены  
распределяются  
между  
инвесторами в  
соответствии с  
правилами ICO

# Топ-10 ICO по максимальной доходности

№№	Наименование (символ)	Год ICO	Текущая цена, долл. США	Цена продажи, долл. США	Макс. доходность, x 100%	Текущая доходность, x 100%
1	Ethereum (ETH)	2014	2 338	0,31	15 626	7 518
2	IOTA (IOTA)	2015	0,127	0,00059	9 644	215
3	Omni (OMNI)	2021	1,03	0,02	6 450	51
4	Hippocrat (HPO)	2018	0,0515	0,0002	5 335	257
5	BNB (BNB)	2017	532,2	0,15	4 785	3 548
6	Axie Infinity (AXS)	2020	4,54	0,1	1 643	45
7	Cardano (ADA)	-	0,344	0,0024	1 285	143
8	Solana (SOL)	2020	132,2	0,22	1 180	601
9	Polygon (MATIC)	2019	0,379	0,00263	1 105	144
10	The Sandbox (SAND)	2020	0,254	0,00833	1 001	31

# Функции токенов

- **Токены-акции** (equity tokens) – представляют собой долю инвестора в проекте и дают ему право на получение части дохода . Наиболее часто реализуются в рамках ICO.
- **Обеспеченные токены** (asset-backed tokens или security tokens) – токены, соответствующие какому-либо материальному или нематериальному активу. Такой токен удостоверяет право своего владельца на получение при продаже стоимости базового актива.
- **Служебные токены** (utility tokens или appcoins) – токены, которые выступают средством платежа внутри приложения (напр., онлайн-игры, соцсети и т.п.). Служебные токены, как правило, не торгуются на криптобиржах, они могут быть приобретены или потрачены в рамках проекта.
- **Токены-пожертвования** (donation tokens) – выпускаются различными благотворительными фондами для сбора пожертвований. Владение таким токеном не приносит дохода, но может дать дополнительные привилегии, зависящие от условий проекта.





# ERC20

Стандарт ERC20 определяет поля данных и методы, которые должны быть реализованы в совместимых токенах:

- *name* – имя токена;
- *symbol* – сокращённое имя токена;
- *decimals* – минимальная дробная единица;
- *totalSupply* – общее количество токенов;
- *balanceOf* – баланс токенов для заданного адреса;
- *transfer* – перевод заданного количества токенов с адреса владельца на заданный адрес;
- *transferFrom* – перевод заданного количества токенов с одного адреса на другой;
- *approve* – разрешение третьему лицу переводить токены с адреса владельца;
- *allowance* – лимит токенов, которые может переводить третье лицо с адреса владельца.



<https://ethereum.org/en/developers/docs/standards/tokens/erc-20/>

# Расширения токена ERC20

- ERC20Burnable.sol
- ERC20Capped.sol
- ERC20Mintable.sol
- ERC20Pausable.sol
- ERC20Permit.sol
- ERC20Votes.sol
- ERC20Wrapper.sol
- ERC4626.sol
- IERC20Metadata.sol

<https://github.com/OpenZeppelin/openzeppelin-contracts/tree/master/contracts/token/ERC20>

# Невзаимозаменяемые токены

- **Невзаимозаменяемый токен (NFT)** — уникальный цифровой идентификатор, который хранится в блокчейне и используется для подтверждения права собственности и подлинности цифровых или материальных объектов.
- NFT не может быть скопирован, заменен другим токеном или разделен.
- Право собственности на NFT фиксируется в блокчейне и может быть передано владельцем другому лицу, что позволяет продавать и обменивать NFT.
- NFT может быть создан кем угодно, и для их создания требуется мало или совсем не требуется навыков программирования.
- NFT обычно содержат ссылки на цифровые файлы , такие как произведения искусства, фотографии, видео и аудио.
- Поскольку NFT однозначно идентифицируются, они отличаются от криптовалют, которые взаимозаменяемы.



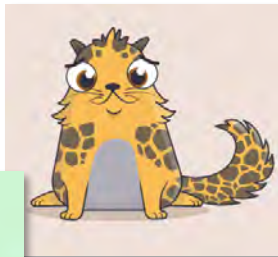
# NFT и ERC721

- **CryptoKitties** – онлайн-игра в форме децентрализованного приложения (DApp), которая позволяет игрокам покупать, продавать, собирать и разводить виртуальных кошек разных типов. Она использует блокчейн Ethereum.

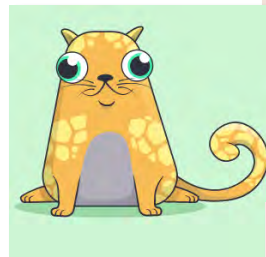
<https://www.cryptokitties.co/>

- **Сентябрь 2017** – один из разработчиков CryptoKitties Дитер Ширли представляет EIP 721.
- **Декабрь 2017** – CryptoKitties настолько популярен, что перегружает сеть Ethereum и значительно замедляет его работу.
- **Июнь 2018** – ERC721 принят как «окончательный», что означает, что среди разработчиков Ethereum существует согласие принять его в качестве стандарта.

800 ETH



700 ETH



19.99 ETH



35 ETH



# ERC721



Определяет следующие поля данных и методы:

- *balanceOf* – баланс токенов для заданного адреса;
- *ownerOf* – владелец токена;
- *getApproved* – может ли третье лицо переводить токен с заданным ID с адреса владельца;
- *isApprovedForAll* – может ли третье лицо переводить все NFT контракта с адреса владельца;
- *transferFrom* – перевод токена с заданным ID с одного адреса на другой;
- *approve* – разрешение третьему лицу переводить токен с заданным ID с адреса владельца;
- *setApprovalForAll* – разрешить/не разрешать третьему лицу переводить все NFT контракта с адреса владельца.

# Самые известные NFT

**EtherRock.** Ранний NFT-проект на базе Ethereum , созданный в 2017 году и изображающий камни разного цвета. Имеется 100 EtherRocks. В августе 2021 года минимальная цена за EtherRock составляла 300 тыс. долл.



**CryptoPunks.** Проект был запущен в июне 2017 года студией Larva Labs. Включает в себя 10 000 токенов. Первоначально они были выпущены бесплатно и их мог получить любой, имеющий кошелек Ethereum, заплатив только комиссию за газ. В 2022 году было объявлено, что вся интеллектуальная собственность CryptoPunks приобретена Yuga Labs за нераскрытую сумму.

**3 октября** CryptoPunk #1563 продали за 24 000 ETH (~\$56,29 млн), что вдвое превышает максимальную сумму, уплаченную за изображение из коллекции во время NFT-бума.



**Bored Ape Yacht Club.** Проект запущен в апреле 2021 года компанией Yuga Labs. Владельцам NFT Bored Ape предоставляется доступ к частному онлайн-клубу, эксклюзивным личным мероприятиям и правам интеллектуальной собственности на изображение.

На волне популярности общие продажи токенов Bored Ape составили более 1 млрд долл.





# Самые известные NFT

- **Everydays: the First 5000 Days** – цифровое произведение искусства, созданное Майком Винкельманном (Beeple). Представляет собой коллаж из 5000 цифровых изображений, созданных Винкельманном для его серии «Каждые дни».
- Связанный с ним NFT был продан на аукционе Christie's в 2021 году за **69,3 млн долл.**, что сделало его самым дорогим NFT за всю историю.
- Everydays был куплен сингапурским программистом Виньешем Сундаресаном , криптовалютным инвестором и основателем проекта Metapurse NFT. Сундаресан заплатил за произведение искусства, используя 42 329 эфиров.



# Самые известные NFT

- **Nyan Cat** – видео на YouTube , загруженное в апреле 2011 года и ставшее интернет-мемом.
- Видео заняло пятое место в списке самых просматриваемых видео на YouTube в 2011 году.
- В 2021 году создатель, Крис Торрес, создал обновленную версию в виде GIF и продал ее как NFT за 300 эфиров , что эквивалентно **587 тыс. долл** на момент продажи.





# Самые известные NFT

- В сентябре 2021 года на маркетплейсе криптобиржи Binance Эрмитаж продал NFT-токены картин из своей коллекции на 32 млн рублей
- Всего было выставлено 5 работ, самая дорогая из которых, «Мадонна Литта» Леонардо да Винчи, была продана более чем за \$150 тыс. в стейблкоинах BUSD.



**The Madonna and Child** Премум

TheHermitageMuseum

Leonardo da Vinci, The Madonna and Child  
Digital copy 2/2  
The other copy and original artwork are stored in the Hermitage.  
Buyer will get an airdrop of NFT video with Mikhail Piotrovsky, General Director

Текущая ставка

**150500 BUSD** ≈ \$ 150,469.90

История ставок

Анонимный\_3228 01.09.20 14.04.20

Анонимный\_3228 01.09.20 14.04.20

150500 BUSD ≈ \$ 150,469.90

150000 BUSD ≈ \$ 149,970.00

# Правовой статус NFT

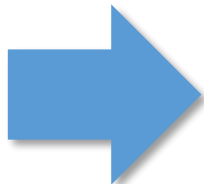
- NFT имеют ценность в контексте определённых цифровых платформ, например игровых. Эта ценность определяется и поддерживается исключительно за счёт правил платформы.
- В реальной жизни в настоящее время ни в одной стране нет законодательства, привязывающего какие-либо права к NFT. Поэтому приобретение NFT ничего не даёт его владельцу с точки зрения прав на исходный объект.
- После бума 2020 – 2021 годов произошёл резкий обвал цен на NFT. По состоянию на 2023 год стоимость 95% коллекций NFT равнялась нулю.

# Схема работы NFT



## В блокчейне:

Каждый NFT содержит ссылку на данные, хранящиеся где-то в сети.



<https://somewhere.com/data.json>

## Где-то в сети:

данные, содержащие URL изображения

```
{  
  "description": "My awesome NFT"  
  "image": "https://somewhere.com/birdie.jpg"  
  "name": "Pretty Birdie"  
}
```



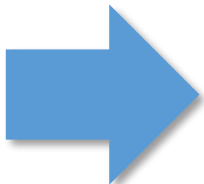
**Ещё где-то в сети:**  
само изображение

# Устаревание ссылок



## В блокчейне:

Каждый NFT содержит ссылку на данные, хранящиеся где-то в сети.



`https://somewhere.com/data.json`

- 10 % ссылок теряет работоспособность в течение нескольких месяцев.
- 27 % URL исчезает через три года после создания.
- 38 % URL стали недоступны в течение семи лет.

## Где-то в сети:

данные, содержащие URL изображения

```
{  
  "description": "My awesome NFT"  
  "image": "https://somewhere.com/birdie.jpg"  
  "name": "Pretty Birdie"  
}
```



**Ещё где-то в сети:**  
само изображение

# InterPlanetary File System

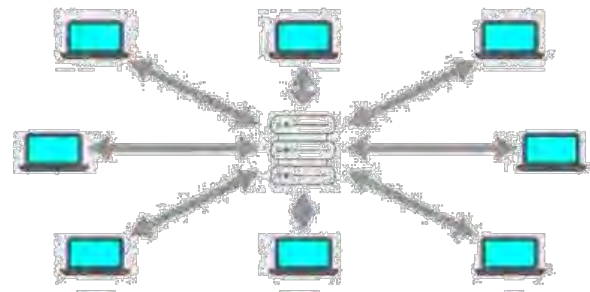
- **IPFS** – одноранговая распределённая файловая система, объединяющая файловые системы всех входящих в неё устройств.
- Работает на принципах BitTorrent – сетей, в которых файлы идентифицируются своими хешами.
- Не имеет точек отказа, и узлы не обязаны доверять друг другу.

## Преимущества:

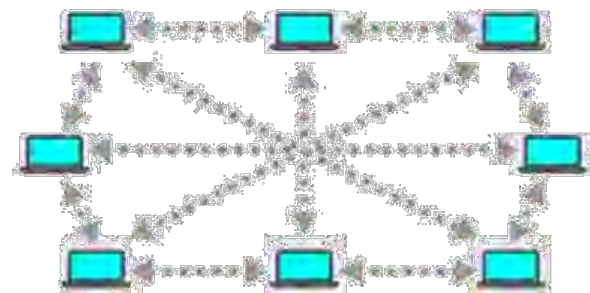
- подтверждение подлинности данных;
- надёжность хранения;
- скорость доступа к данным;
- версиюность файлов на уровне сети.

## Недостатки:

- только интерпретируемые на стороне клиента файлы;
- обеспечение работы сети интернет сообществом.

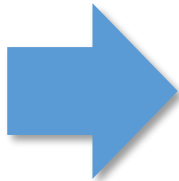


Web 2.0



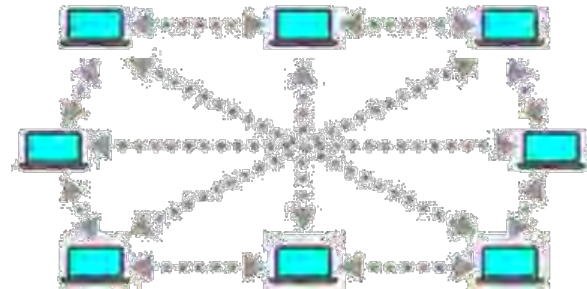
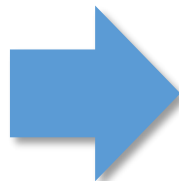
Web 3.0

# InterPlanetary File System



Content identifier (CID):

QmTXV67zbtytz  
4PBKmrk4ZXZmT  
cPxPu84QkqyDf  
TRXYjQh

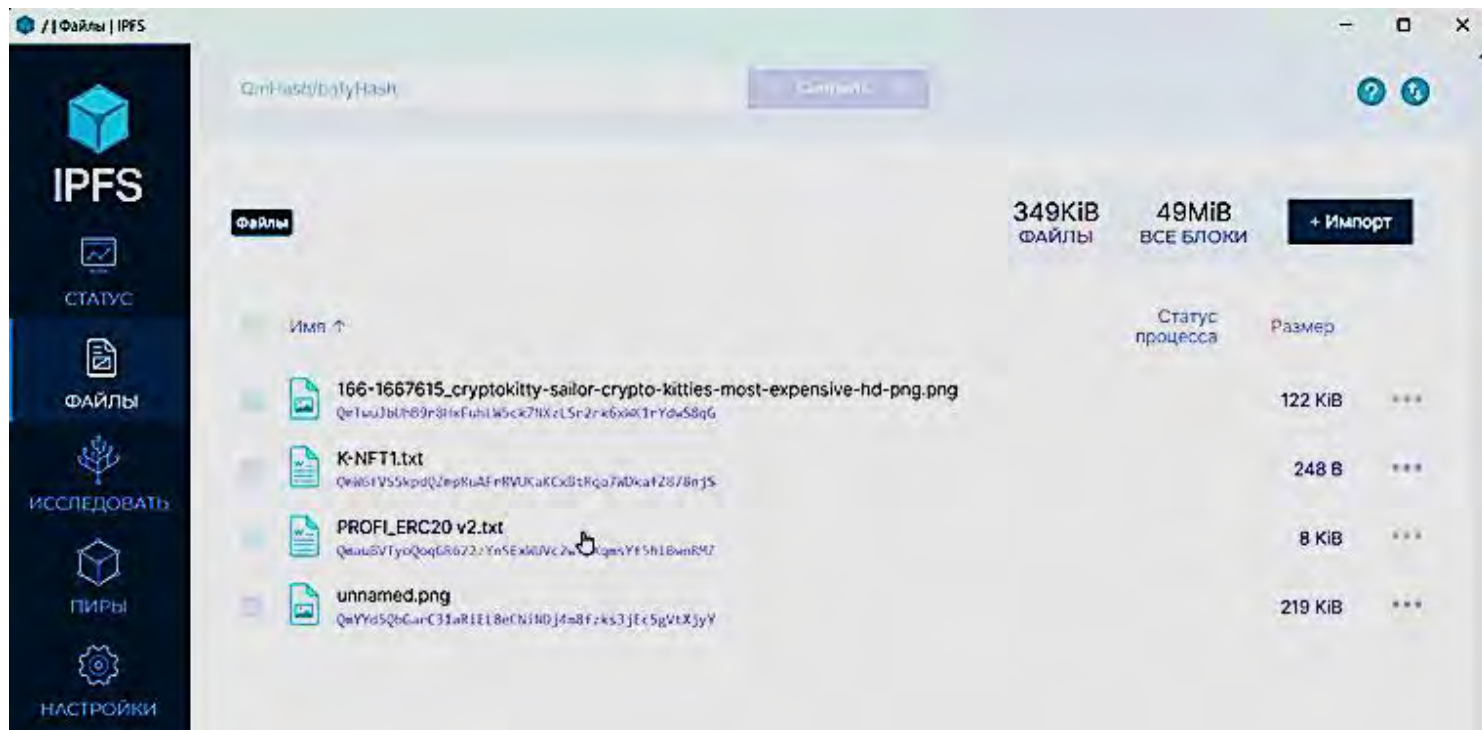


Адрес:

`ipfs://<CID>`































































# IPFS-клиент

<https://docs.ipfs.tech/install/ipfs-desktop/>



# Публичные шлюзы IPFS

<https://ipfs.github.io/public-gateway-checker/>

69/69 tested		13 online								
Online	CORS	IPNS	Origin	Block/CAR	Country	Hostname				ΔT
	*					ipfs.io				2.11s
	*					ipfs.eth.aragon.network				3.68s
	*					4everland.io				3.74s
	*					cloudflare-ipfs.com				4.67s
	*					cf-ipfs.com				4.78s
	*					gateway.ipfs.io				8.43s
	*					w3s.link				9.87s
	*					dweb.link				10.65s
	*					hardbin.com				11.07s
	*					gw3.io				14.54s
	*					storry.tv				15.01s
	*					ipfs.runfission.com				16.77s
	*					nftstorage.link				24.70s

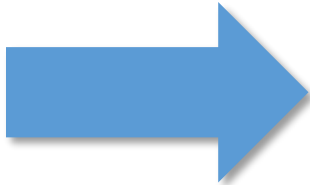


# Работа NFT с IPFS



**В блокчейне:**

Каждый NFT содержит ссылку на данные, хранящиеся в IPFS



`ipfs://QmTXV67zbtztz4PBKmrk4ZXZmT  
cPxPu84QkqyDfTRXYjQh`

**IPFS:** само изображение



# ERC 1155

<https://github.com/ethereum/ercs/blob/master/ERCS/erc-1155.md>

- Стандарт токенов, обеспечивающий передачу взаимозаменяемых, полузаменяемых и невзаимозаменяемых токенов в одной транзакции.
- Обеспечивает возможность работы с неограниченным количеством различных видов токенов в рамках одного смарт-контракта.
- Поддерживает полузаменяемые токены (SFT), введенные стандартом ERC 3525, которые в зависимости от условий могут работать как взаимозаменяемые, так и как NFT (например, билет на мероприятие).
- Обеспечивает безопасную передачу токенов, проверяет, является ли транзакция действительной. Если транзакция не проходит, эта функция возвращает токен эмитенту.
- Более дешёвые транзакции, требующие меньше газа и использующие меньше места в блокчейне для хранения.