Межпланетный Интернет и сети, толерантные к задержкам (DTN)

Дунайцев Р.А.

Кафедра сетей связи и передачи данных СПбГУТ
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

roman.dunaytsev@spbgut.ru

Лекция № 7

Содержание

1. Interplanetary Internet
2. Delay-Tolerant Networking
3. Consultative Committee for Space Data Systems

Содержание

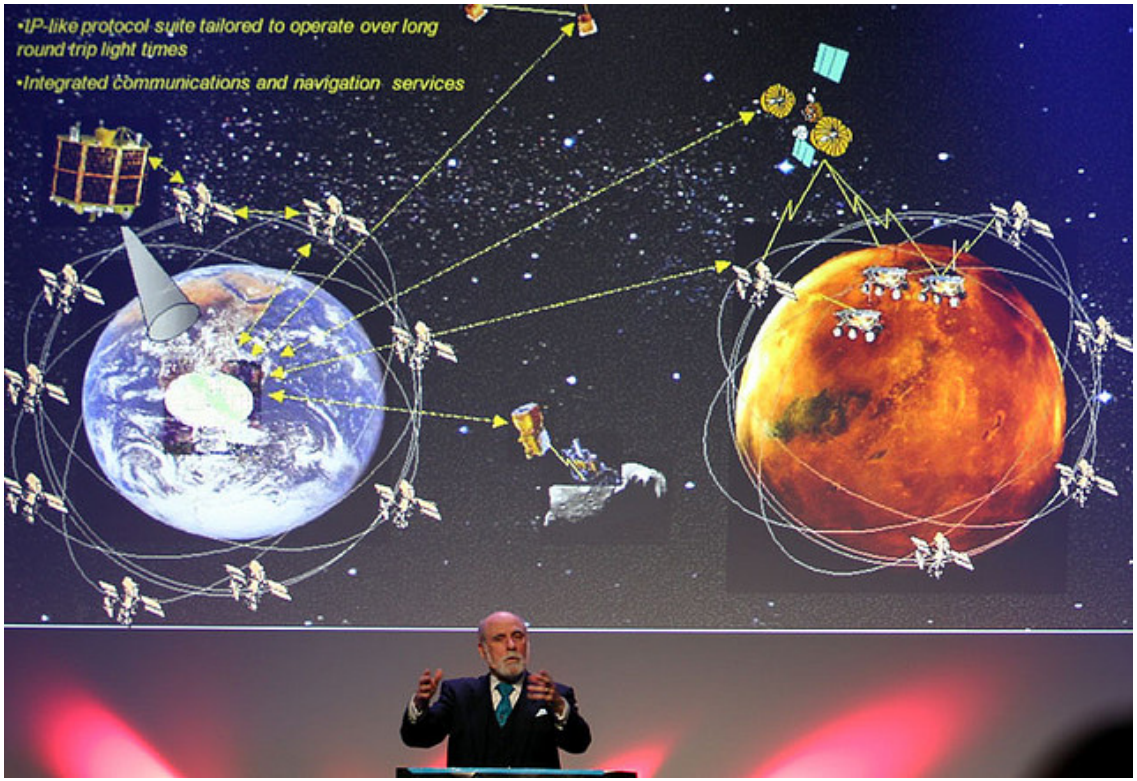
1 Interplanetary Internet

2 Delay-Tolerant Networking

3 Consultative Committee for Space Data Systems

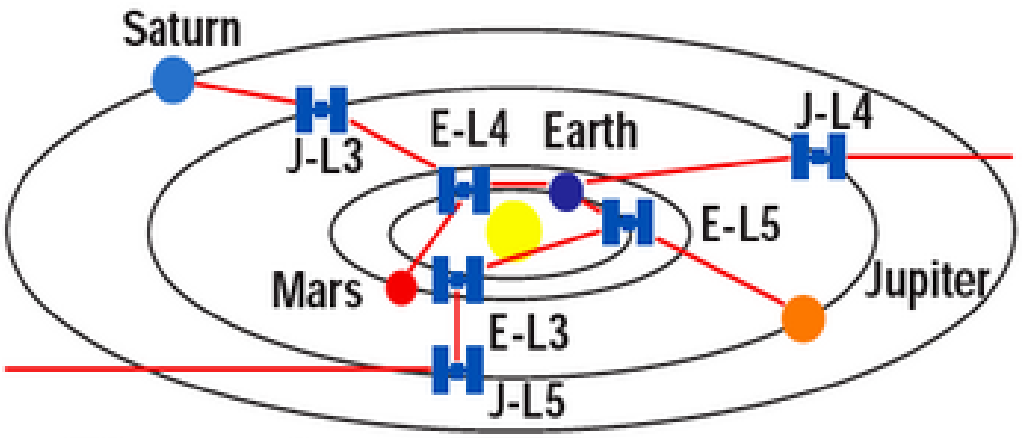
Interplanetary Internet

- 1973 – Винтон Серф и Роберт Кан:
  Transmission Control Program (TCP)
- 1998 – Винтон Серф и Jet Propulsion Laboratory (JPL):
  InterPlaNet (IPN)



Interplanetary Internet

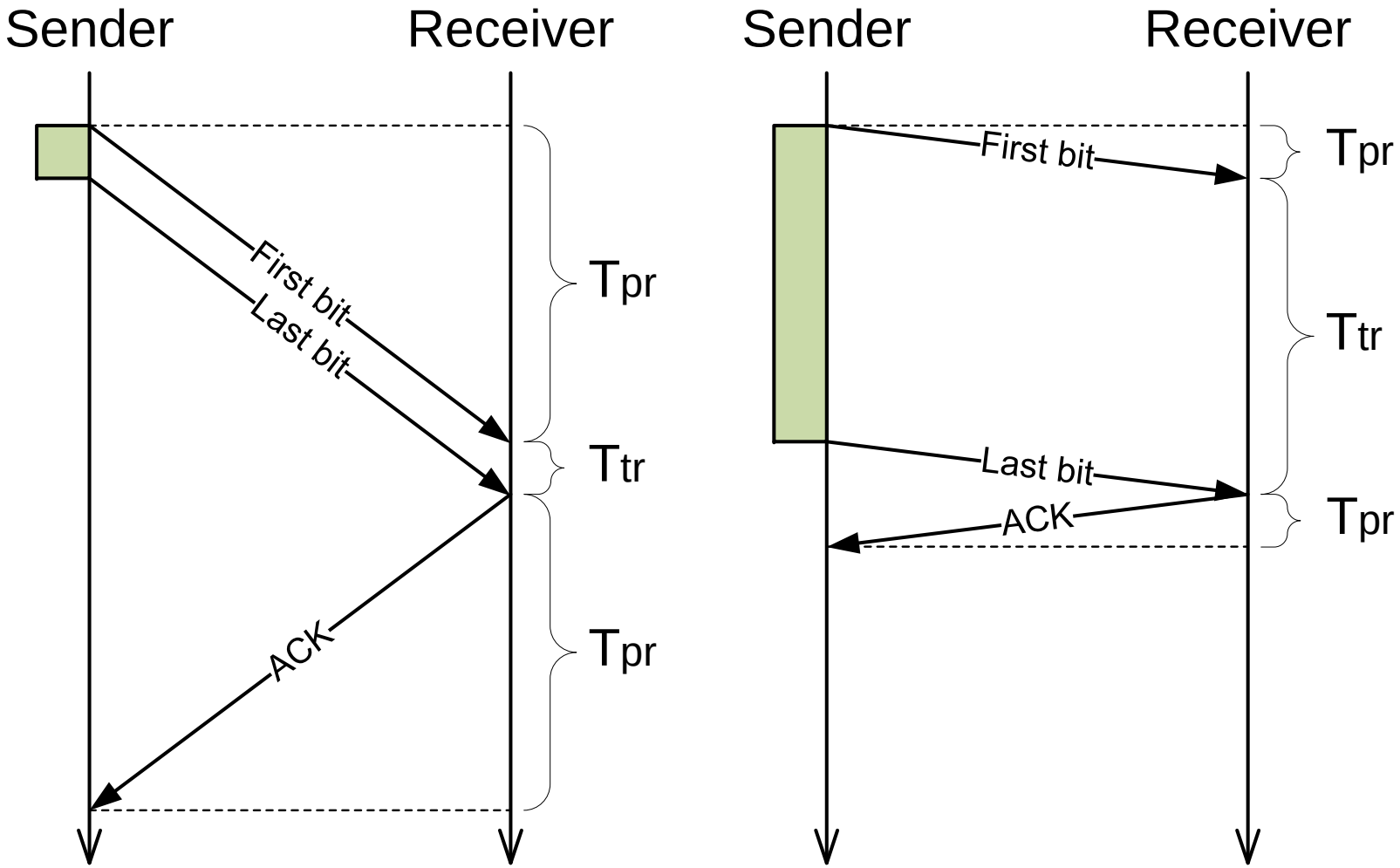
- Internet = 'network of networks'
- Interplanetary Internet = 'network of internets'
- **IRTF Interplanetary Internet Research Group (IPNRG)**
- **IRTF Delay-Tolerant Networking Research Group (DTNRG)**



This conceptual map of the Interplanetary Communications and Sensor Network shows the location of key relay stations.

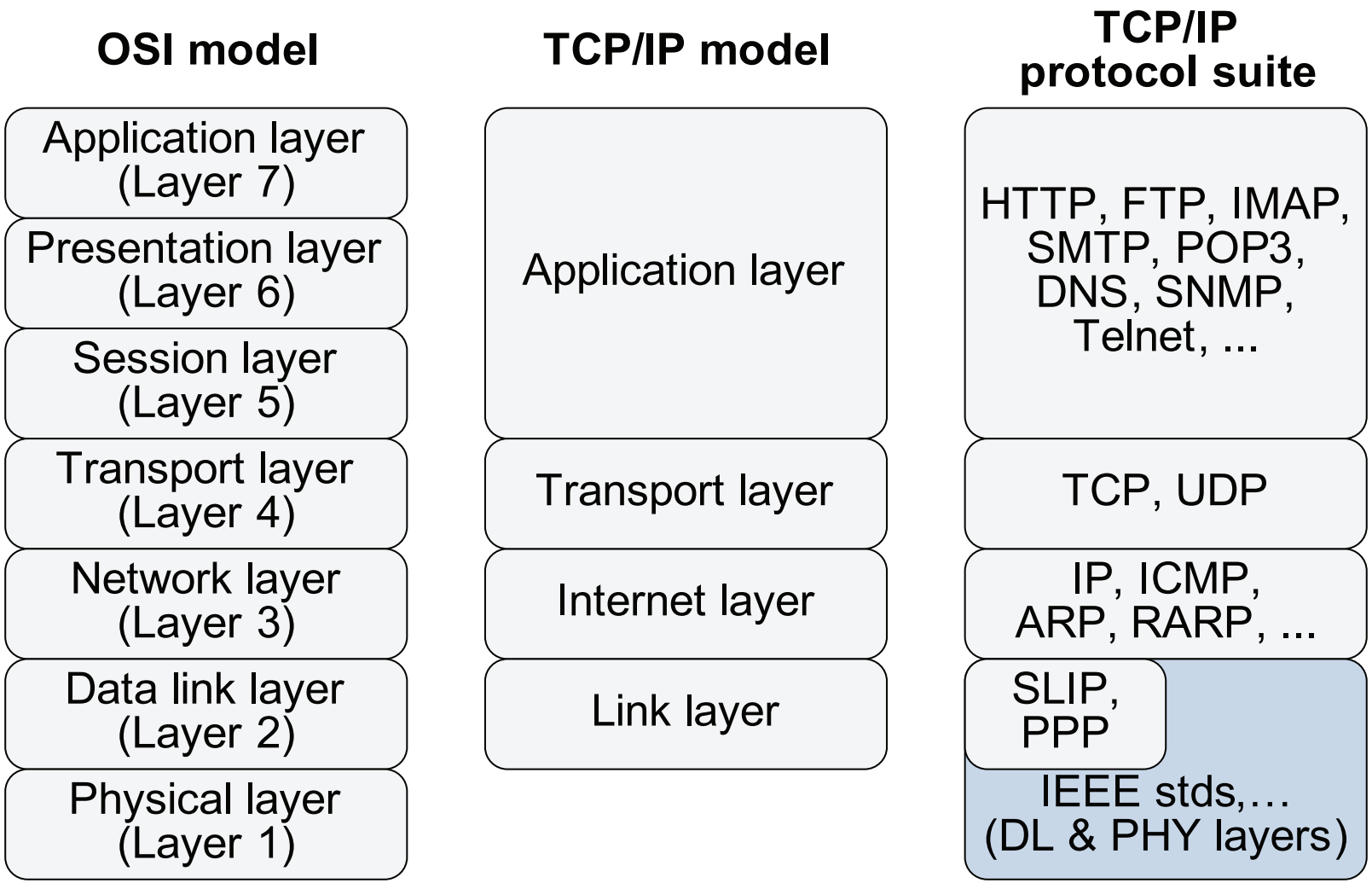
Interplanetary Internet

- RFC 4838 – Delay-Tolerant Networking Architecture



Interplanetary Internet

- Эталонная модель взаимодействия открытых систем и TCP/IP



Interplanetary Internet

- Что не так с традиционным TCP/IP?

	Наземные проводные каналы связи	**Космические каналы связи**
BER	Меньше 1E–9	От 1E–12 до 1E–4
Потери пакетов из-за	Перегрузка сети	Ошибки в канале
RTT	Миллисекунды	Секунды, минуты, часы
Большая задержка из-за	Ожидание в очереди	Распространение сигнала
Скорости туда и обратно	Одинаковы / сопоставимы	Крайне асимметричны
Аппаратные ограничения	Несущественные	Значительные
Связность	Постоянная	Эпизодическая
Цели и задачи	- управление перегрузкой - fairness - целостность - упорядоченная доставка	- макс. использование во время контакта - опциональная надежность - доступ к неполным данным

Содержание

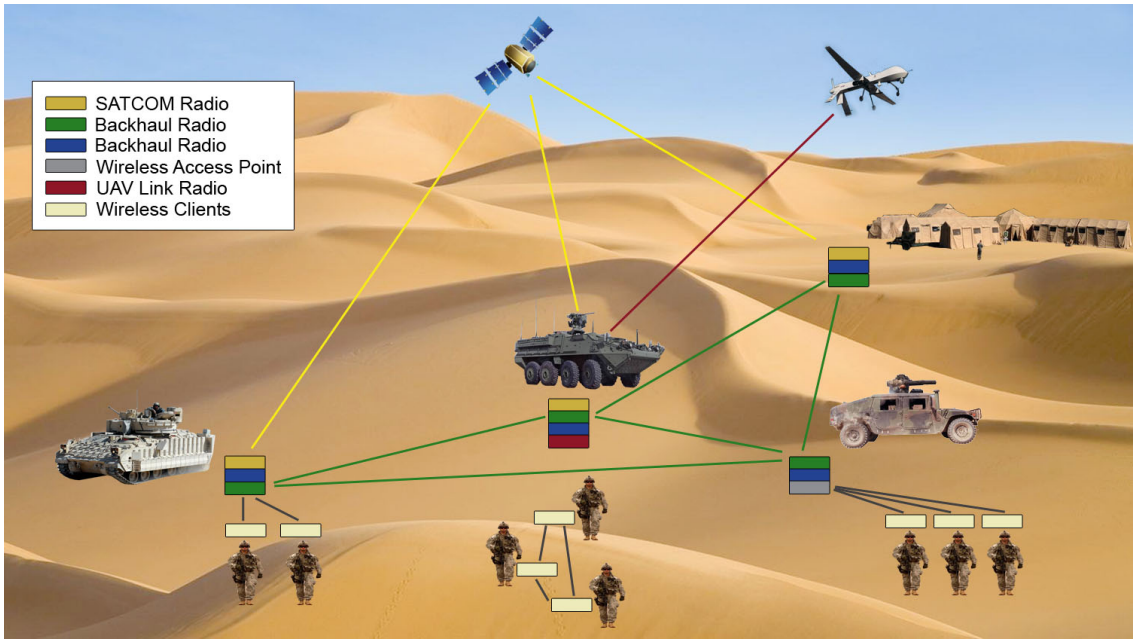
1 Interplanetary Internet

2 Delay-Tolerant Networking

3 Consultative Committee for Space Data Systems

Delay-Tolerant Networking

- Области применения DTN:
  - Космическая связь
  - Гидроакустическая связь
  - Армейские тактические сети и MANET
  - Сенсорные сети и VANET
  - Социальные сети ('pOcket-switched networking')
  - Районы стихийных бедствий
  - Развивающиеся страны и малонаселенные области



Delay-Tolerant Networking

- Что нового в DTN:
  - Передача блоков данных большей длины ('bundles')
  - Длительное хранение данных в сети ('store-carry-forward')
  - Дополнительная защита от несанкционированного использования
  - Расширенный синтаксис для поддержки различных систем адресации
  - Классы обслуживания и опции доставки
  - Новые протоколы и алгоритмы маршрутизации

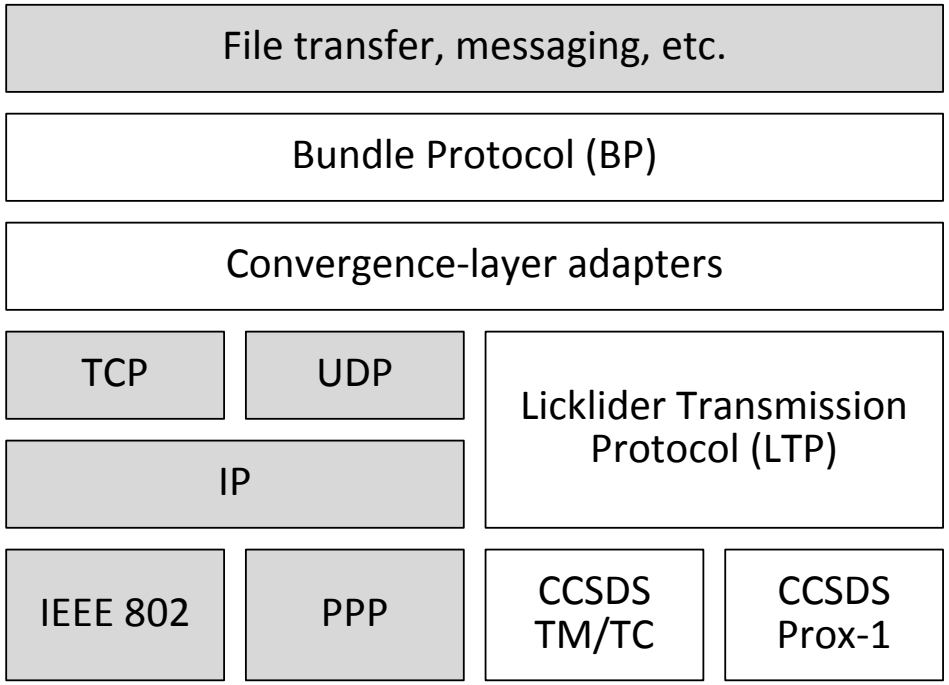
- *I. Psaras, L. Woodb, R. Tafazolli. 'Delay-/disruption-tolerant networking: state of the art and future challenges'*

Delay-Tolerant Networking

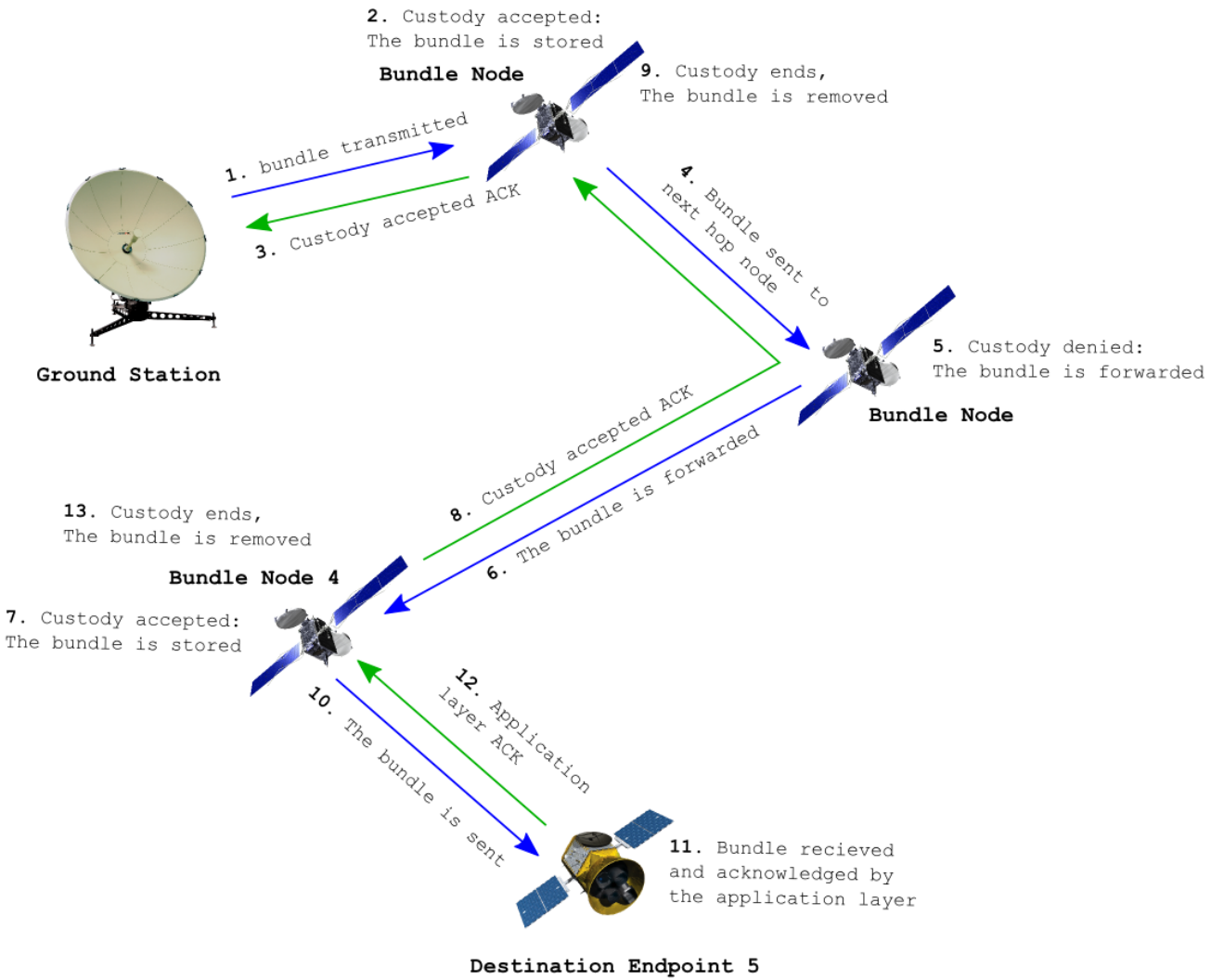
- *'A standard for the transmission of IP datagrams on avian carriers', RFC 1149, 1990*
- *'Pigeon transfers data faster than South Africa's Telkom', Reuters, 2009*
  - Голубь с картой памяти пролетел 80 км за 1 час и 8 минут
  - Включая копирование, передача данных заняла 2 часа и 6 минут
  - За это время через местного провайдера Telkom было бы передано лишь 4% от того же объема данных

Delay-Tolerant Networking

- **Bundle Protocol (BP)**
  - Сопряжение приложений и характеристик DTN
- **Licklider Transmission Protocol (LTP)**
  - Обеспечение надежности с учетом особенностей DTN



- Custody transfer

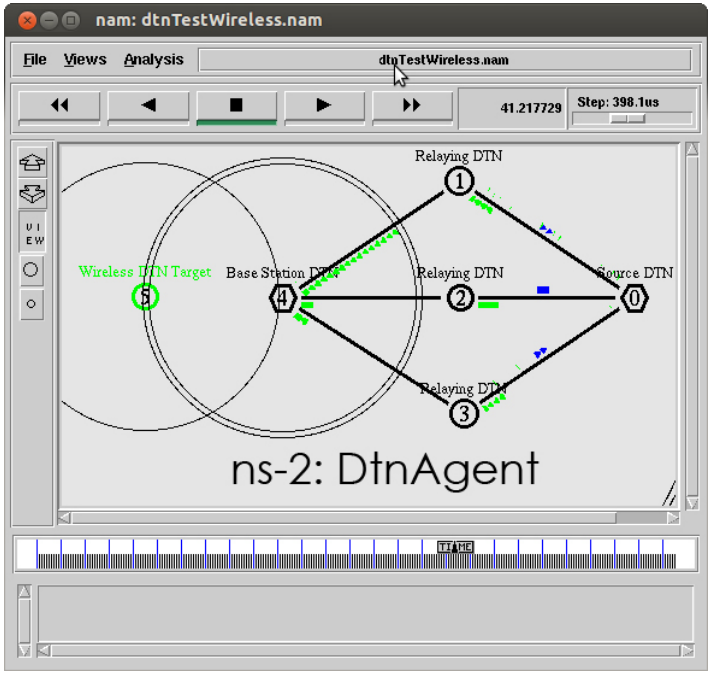


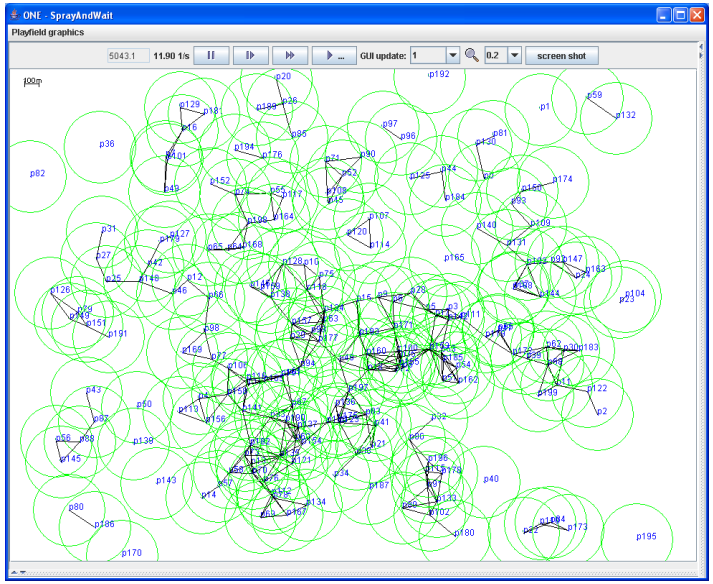
Delay-Tolerant Networking

- Детерминированная маршрутизация и доставка
- Стохастическая маршрутизация и доставка
  - Epidemic
  - Spray-and-wait
  - Message ferrying
  - и т.д.
- *M. Karimzadeh, M. Gholibegi, D. Moltchanov, Y. Koucheryavy. 'Information delivery in delay tolerant networks'*

Delay-Tolerant Networking

- Имитационное моделирование DTN:
  - network simulator v2/3 (ns-2, ns-3)
  - Opportunistic Network Environment simulator (ONE)





Содержание

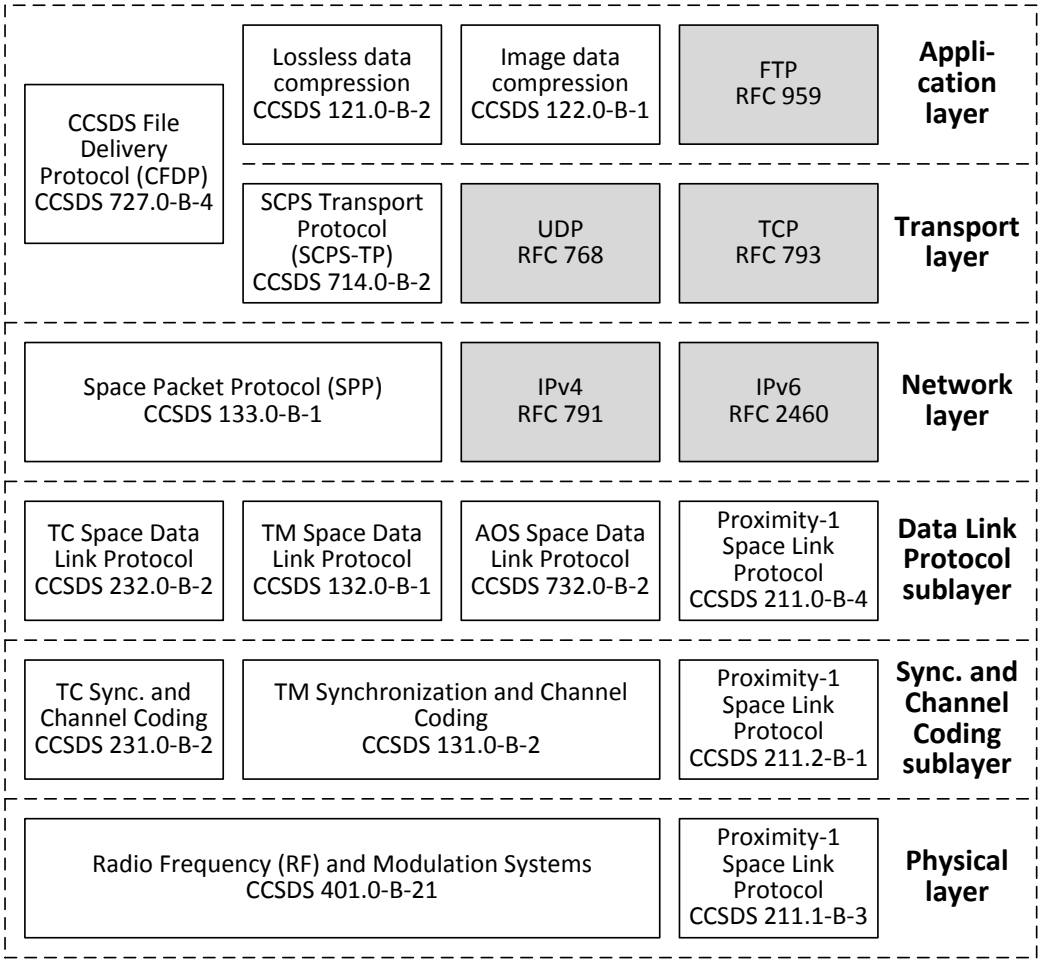
1 Interplanetary Internet

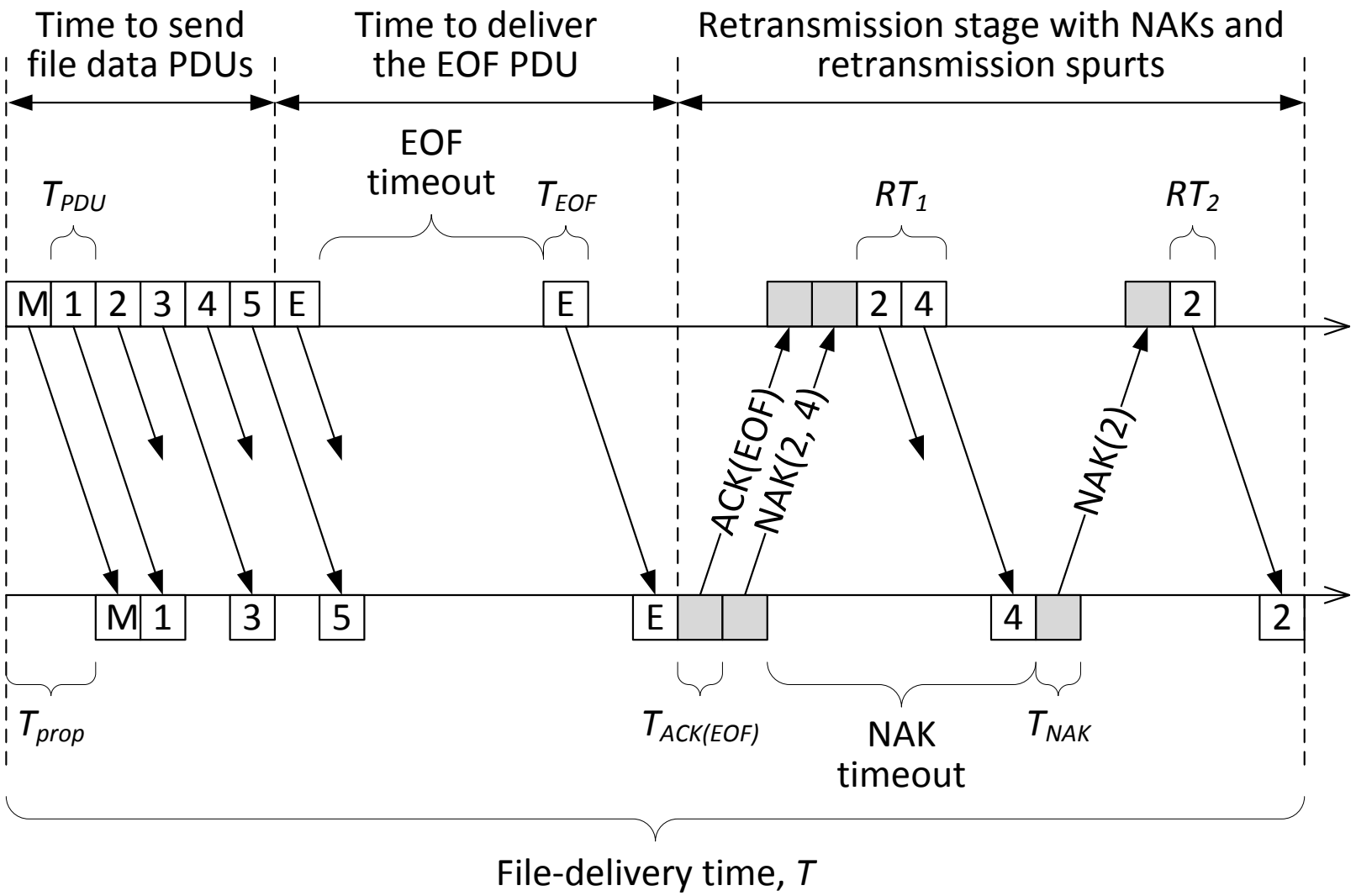
2 Delay-Tolerant Networking

3 Consultative Committee for Space Data Systems

Consultative Committee for Space Data Systems

- **Международный Консультативный Комитет по космическим системам передачи данных (CCSDS)**



Consultative Committee for Space Data Systems

- CCSDS File Delivery Protocol (CFDP), режим 'deffered'