

**Мрежи за достъп от следващо  
поколение  
Пасивни Оптични Мрежи (PON)**

маг. инж. Николай Милованов



Нов български университет

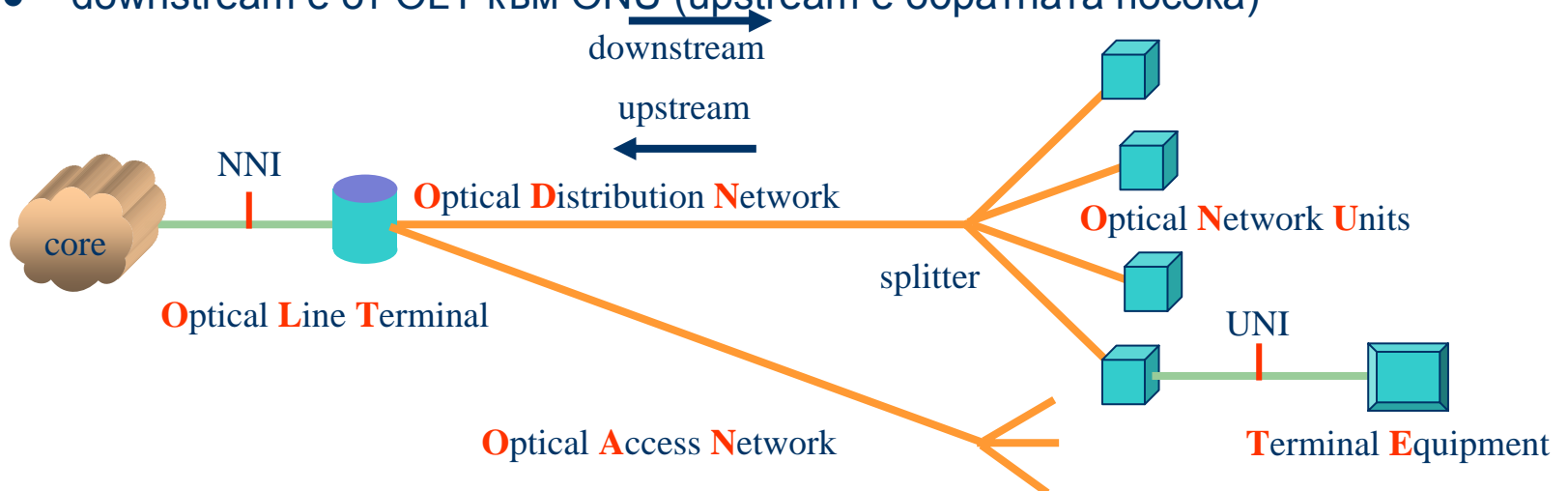
# Съдържание

- Въведение в оптичните технологии и явления (PON-1)
- Предимства и недостатъци на PON (PON-1)
- Архитектура на PON (PON-1)
- Физически слой (PON-2)
- Потребителска равнина (PON-2)
- Контролна равнина (PON-3)
- EPON vs GPON

# Терминология

Като всяка технология и PON се отличава със специфична терминология

- Оборудването в CO се нарича OLT (Optical Line Terminal)
- Клиентските устройства (CPE) се наричат ONU
- Оптичният тракт вкл. Опорната оптика, сплитерите, агрегиращите влакна се наричат ODN
- Цялата мрежа се нарича OAN
- downstream е от OLT към ONU (upstream е обратната посока)



# Контролна равнина

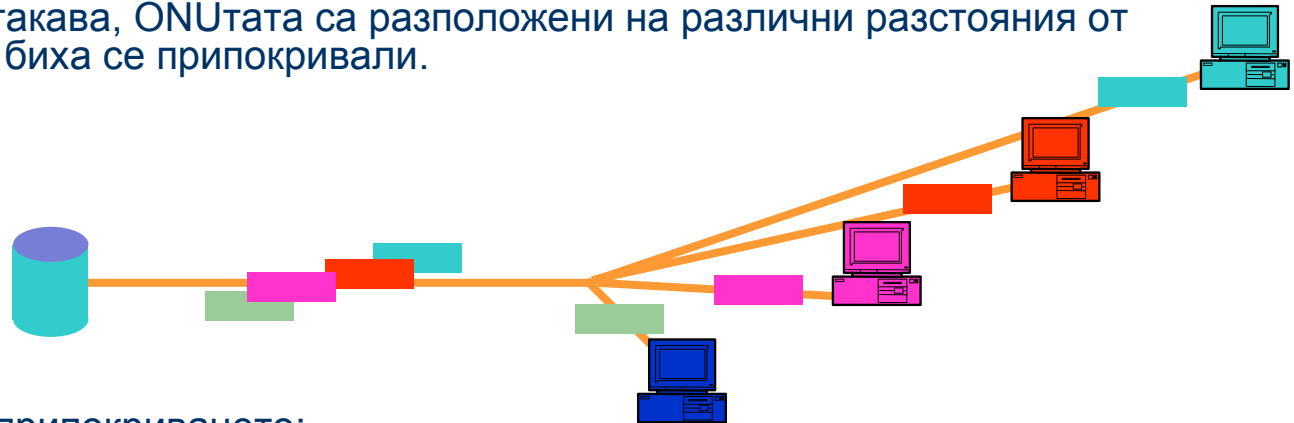
# Принципи

- При GPON сигналната информация се предава по PLOAMd и PLOAMu канали (полета)
  - PLOAM са интегрирани в стандартните рамки
  - Характерно за технологиите стандартизирани от ITU!
- EPON използва MPCP PDUs
  - EPON control model - OLT is master, ONU is slave
  - В DS OLT изпраща GATE PDUs към ONU
  - В US ONU изпраща REPORT PDUs към OLT
  - Характерно за IEEE!

# Ranging

В US посока се използва TDMA. Ако всички ONUта са еднакво отдалечени от OLT и имат обща източник за синхронизация по време, всяко едно просто би предавало в своя си времеви интервал.

Но реалността не е такава, ONUтата са разположени на различни разстояния от OLT и сигналите биха се припокривали.



За да елиминираме припокриването:

- се оставят предпазни интервали между отделните времеви интервали
- всяко ONU предава с точно определено закъснение за да се предотвратят припокриванията

# Основни принципи - Ranging

- За да могат ONUтата да предават в коректния времеви интервал, трябва да бъдат известни забавянията между ONUтата и OLTто.
- Колкото по-точно бъдат определени тези забавяния, толкова по-малък ще бъде предпазния интервал и толкова по-ефективно ще бъде използван ресурса.
- Презумции, на които се основават методите за пресмятане на времевите интервали в PON:
  - Забавянията в DS не са равни на тези в US
  - Забавянията не са константни
    - Дължи се на промените на температурата, остаряването на техниката и недоспалостта на техниците ;)
- GPON: ONUs не са синхронизирани достатъчно акуратно
- EPON: ONUs са синхронизирани акуратно (дори има и jitter буфери)

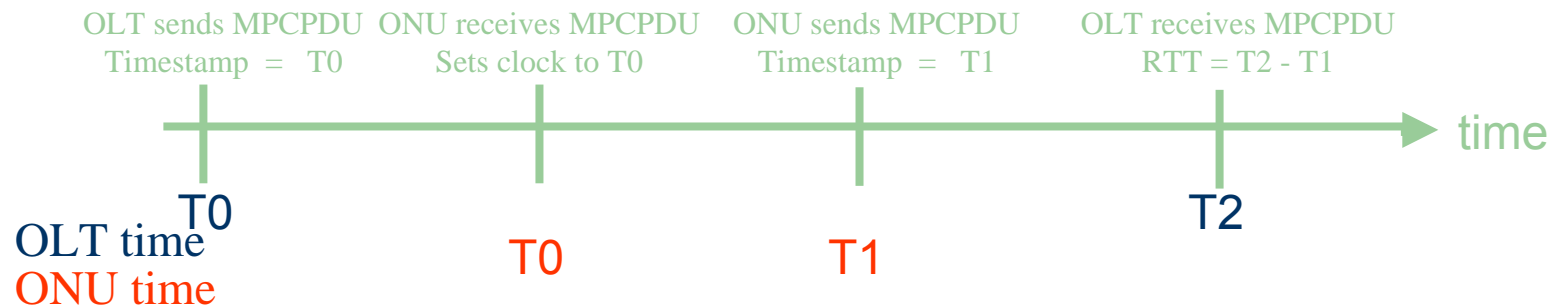
# GPON ranging

- Използват се два типа ranging
  - initial ranging
    - при ONU boot-up или при ONU discovery
    - преди реалната трансмисия на данните
  - continuous ranging
    - компенсира промените в забавянията през целия период на предаване на данните.
- OLT инициира coarse ranging като спира алокациите към останалите ONUs
  - Така новото ONU предава “на-чисто”
- OLT изпраща на новото ONU сигнал да предава (чрез PLOAMd)
- OLT измерва фазата на серията от символи, която ONU предава в GTC рамката
- OLT изпраща изравнителния интервал на ONUто (чрез PLOAMd)
- През останалото време OLT продължава да следи фазите на отделните серии от данни
- Ако има отклонение от досегашната стойност се изпраща новия изравнителен интервал (чрез PLOAMd)



# EPON ranging

- Всички ONUs се синхронизират по часовника на OLT
- След като ONU получи MPCPDU от OLT и конфигурира своя часовник по времевата марка получена от OLT.
- Когато OLT получи MPCPDU като отговор на изпратеното от него, пресмята "round-trip time" RTT (without handling times)
- Информира ONU за RTT, което пък се използва за пресмятане на забавянето при предаване



$$RTT = (T2 - T0) - (T1 - T0) = T2 - T1$$

# Auto discovery

- OLT трябва да знае точно с кое ONU си говори по време на процеса на първоначална конфигурация в мрежата.
- Поради тази причина в PON е имплементиран autodiscovery механизъм, който да изпълнява следните функции:
  - Следи за присъствие на отделните ONU
  - Следи за тяхната идентичност
  - Грижи се да алокира уникални етикети за всяко ONU в даденото разклонение
  - Определя възможностите на даденото ONU
  - Измерва параметрите на физическия слой
  - Предоговаря параметрите на физическия слой

# GPON autodiscovery

- Всяко ONU има 8B сериен номер (4B vendor code + 4B SN):
  - SN на ONUтата може да бъде конфигуриран от NMS системата
  - SN може да бъде получен чрез autodiscovery
- Активацията на ONU може да бъде тригерирана чрез
  - Команда от оператор
  - Периодични сигнали подавани от OLT
- В G.984.3 са описани три случая:
  - cold PON / cold ONU
  - warm PON / cold ONU
  - warm PON / warm ONU
- Основните стъпки на autodiscovery процеса са:
  - ONU конфигурира нивата на мощност според DS съобщението
  - OLT пита за **сериините номера** всички нерегистрирани ONUта
  - ONUтата отговарят
  - OLT определя 1B **ONU-ID** и го изпраща ONU
  - Следва ranging
  - ONUто е в готово за предаване на потребителска информация

# EPON autodiscovery

OLT периодически изпраща DISCOVERY GATE съобщения  
DISCOVERY GATE дефинира

- Първоначалния момент и продължителността на autodiscovery процеса

ONU предава REGISTER\_REQ PDU

OLT от своя страна:

- Регистрира ONUто
- Определя LLID
- Свързва MAC адреса с LLID
- Прави ranging

OLT изпраща REGISTER на ONU

OLT изпраща GATE на ONU

ONU отговаря с REGISTER\_ACK

ONU минава в режим на готовност ( т.е чака grant)

# Проблеми

- PON трябва да може да реагира на на всевъзможни проблеми в мрежата
- **GPON**
  - Ако даден ONU получи LOS или LOF сигнал преминава в състояние **POPUP**
    - спира да предаването в US
    - OLT разпознава LOS за даденото ONU
    - Ако има резервно влакно сигнала се прекомутира по него.
- **EPON**
  - При нормална работа ONUто изпраща периодични съобщения чрез които ресетва даден watchdog timer в OLT
  - OLT изпраща периодично GATES
  - Ако watchdog таймерът в OLT изтече, ONUто бива отрегистрирано.

# Динамично разпределяне на трафичния ресурс

## Dynamic Bandwidth Allocation

- При PON трафичния ресурс зависи от броя ONUта и броя крайни потребители зад едно ONU.
- Би било неефективно, ако за всяко ONU в даден сплит се отделя един и същ ресурс.
- За да разпределим динамично даден ресурс
  1. Трябва да можем динамично да определяме кой има нужда.
  2. Веднъж определили нуждите да можем да разделяме ресурси справедливо.
- Целта на динамичното разпределяне на ресурси е:
  - Да се постигне максимална използваемост на ресурса. Т.е с минимален ресурс да задоволим нуждите на максимален брой потребители.
  - Да има приоритети.
  - Да има справедливост между потребителите с еднакъв приоритет.
  - Минимални забавяния.

???

## Мрежи за достъп от следващо поколение

инж. Николай Милованов  
email: [nmil@niau.org](mailto:nmil@niau.org)  
Skype: niau33



Нов български университет