

# Типова структурна схема ОПерП.



УП--узгоджувачий пристрій;

П--підсилювач, ЕП--емітерний повторювач;

ГСН--генератор струму накачування;

ДОВ – джерело оптичного випромінювання;

ОУП – оптичний узгоджувачий пристрій.

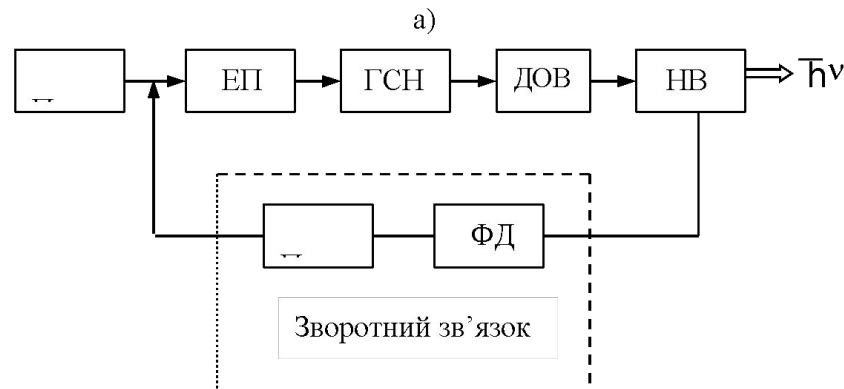
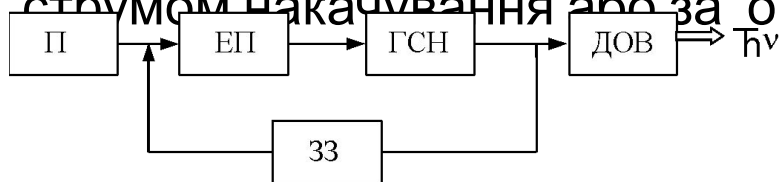
**Узгоджувачий пристрій** виконує узгодження рівнів вхідного сигналу з рівнями базових мікросхем, які використовуються у цифрових ОПерП,

**Підсилювач** при необхідності підсилює сигнал, **емітерний повторювач** є буферним каскадом, який узгоджує електричні опори джерела електричного сигналу (генератора напруги) з вхідним опором ГСН (генератора струму).

**Генератор струму накачування** формує необхідний для роботи оптичного випромінювача струм накачування.

# Стабілізація ОПТ МОЩНОСТІ ОПерУ

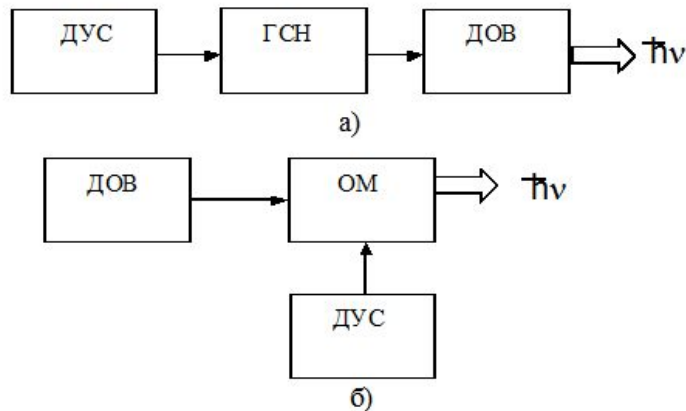
- Досить часто в ОПерП використовується стабілізація струму накачування. Особливо важливою є стабільність струму накачування в ОПерП з лазерним випромінювачем. Нестабільність струму накачування у таких пристроях призводить до коливань оптичної потужності випромінювача, переходу його в багаточастотний режим роботи, якщо струм накачування зменшується, а струм постійного зміщення стає нижче порогового.
- Для стабілізації струму використовується зворотний зв'язок за струмом накачування або за оптичною носійною



а) за струмом  
накачування  
б) за оптичною  
потужністю

# Методи модуляції

- Пряма - випромінювання у цьому випадку здійснюється в процесі його генерації. Така модуляція називається прямою, внутрішньою або безпосередньою, її прикладом є зміна потужності випромінювання напівпровідникового лазера або світлодіода зміною його струму накачування.
- Зовнішня – модуляція випромінювання джерела спеціальним модулятором, встановленим на виході випромінювача



ДУС – джерело управляючого сигналу; ГСН – генератор струму накачування; ДОВ – джерело оптичного випромінювання; ОМ – оптичний модулятор.

# Требования к кодам ЦВОСП

- Непрерывная часть энергетического спектра кода должна иметь минимальную спектральную плотность на нулевой частоте, а также НЧ и ВЧ составляющие
- Линейный код должен содержать информацию о тактовой частоте передаваемого сигнала
- Непрерывная часть энергетического спектра должна иметь низкий уровень в области тактовой (либо кратной ей) частоты
- Желательно, чтобы основная доля энергии непрерывной составляющей энергетического спектра была сосредоточена в относительно узкой части спектра
- Процесс линейного кодирования не должен зависеть от статистики сигналов источника информации
- Устройства кодирования, декодирования и контроля ошибок должны быть простыми, надежными и малоэнергоёмкими с возможностью интеграции схемы.
- Желательно, чтобы линейный код имел малую избыточность для снижения соотношения между скоростью передачи в линии и скоростью исходных двоичных сигналов и повышения эффективности ВОСП.

# Коды цифровых ВОСП

- Код с возвращением к нулю RZ
- NRZ
- Манчестерский код
- AMI
- 2bq1

# ОПрУ

- Функцією оптичного приймального пристрою (ОПрП) є оптична демодуляція, або перетворення оптичних імпульсів в електричні сигнали з їх подальшим підсиленням та обробкою (регенерацією, фільтрацією і т.

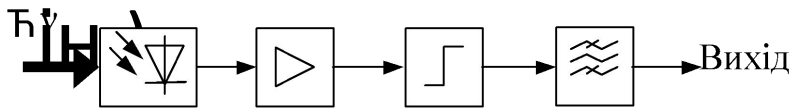


Рисунок 3.4 - Структурна схема  
безпосереднього оптичного приймання

(

# Шумова схема

- На схемі наведені такі джерела шумів: дробовий , темновий , тепловий . Шуми фотодетектора: – джерело шумового струму вхідного каскаду підсилювача, – джерело шумової напруги у колі зворотного зв'язку. Елементи схеми  $R_H$  та  $C_g$  відповідають опору навантаження фотодетектора  $R_H$  та ємності p-n-переходу фотодетектора  $C_g$ .

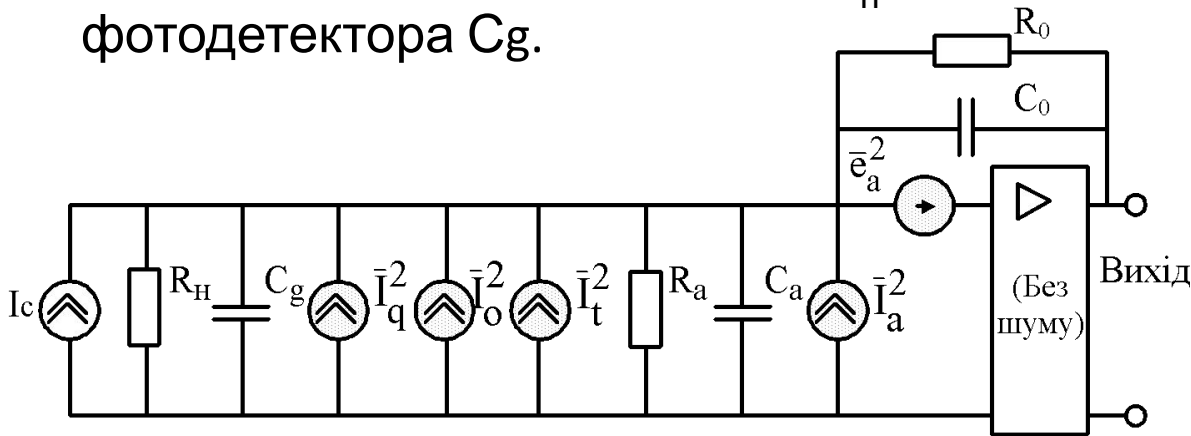


Рисунок 3.67 - Еквівалентна шумова схема вхідного кола оптичного приймального пристрою

# Шуми и случайные искажения

- *Темновий шум.* Темновий струм  $i_o$  звичайно дуже малий ( $i_o \ll 1$  мкА для кремнієвих ФД), крім того, він не передається приймальними пристроями, в яких використовується фільтр низьких частот. Отже, темновий струм майже не впливає на характеристики приймальних пристроїв.
- *Дробовий шум.* Цей шум зумовлений випадковим пуасонівським розподіленням фотонів у оптичній хвилі, що приймається. У разі використання лавинного фотодіода цей шум підсилюється, процес підсилення є також випадковим.
- *Тепловий шум.* Цей шум зумовлений резисторами  $R_H, R_A, R_O$ .
- *Власні шуми вхідного каскаду підсилювача.* Власні шуми вхідного каскаду підсилювача оцінюються шумовим струмом  $i_a$  та шумовою напругою  $e_a$



# Типы усилителей

№	Типи підсилювачів	Область застосування
1	Підсилювач із порожниною Фабри-Перо	Посилення одного каналу (однієї довжини хвилі)
2	Підсилювачі на волокні, що використовують бриллюэновское розсіювання	Посилення одного каналу
3	Підсилювачі на волокні, що використовують рамановское посилення	Посилення декількох каналів одночасно
4	Напівпровідникові лазерні підсилювачі	Посилення великої кількості каналів у широкій області довжин хвиль одночасно
5	Підсилювачі на примесном волокні	Посилення великої кількості каналів у широкій області довжин хвиль одночасно

# Типы усилителей

- **Підсилювачі Фабрі-Перо.** Цей підсилювач подібний до лазерного випромінювача з резонатором Фабрі-Перо, він містить плоский резонатор із дзеркальними напівпрозорими стінками. Підсилювач забезпечує високий коефіцієнт підсилення (до 25 дБ) у дуже вузькому (1,5 Гц) спектральному діапазоні.
- **Підсилювачі на волокні, що використовують бриллюэновское розсіювання.** Стимульоване бриллюэновское розсіювання – це нелінійний ефект, що виникає в кремнієвому волокні, коли енергія від оптичної хвилі на частоті, скажемо переходить в енергію нової хвилі на зміщеній частоті
- **Підсилювачі на волокні, що використовують рамановское посилення.** Стимульоване рамановское розсіювання – також нелінійний ефект, що подібно брил.эновському розсіюванню може використовуватися для перетворення частини енергії з потужної хвилі накачування в слабку сигнальну хвилю
- **Напівпровідникові лазерні підсилювачі.** Основу таких підсилювачів становить активне середовище, аналогічне тому, що використовується в напівпровідникових лазерах.

$\lambda_1$   
 $\lambda_2$   
 $\lambda_3$   
 $\lambda_2$   
 $\lambda_3$

# Оптическое мультиплексирование

- Спектральне ущільнення або оптичне мультиплексування, (wavelength division multiplexing -WDM) –це одночасна передача волоконним світловодом багатьох незалежних інформаційних каналів різними оптичними несучими, яка дозволяє використовувати всю оптичну смугу пропускання світловода

**Грубое CWDM** – 20нм

расстояние

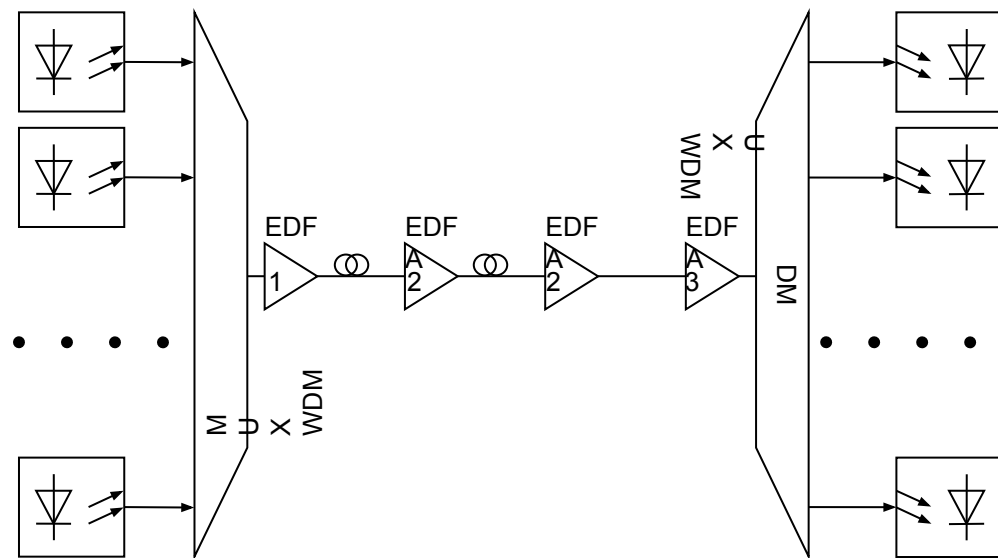
**Щільне DWDM** - до 40

спектральних каналів 0.8нм

**Зверхщільне HDWDM**

до 80 спектральних каналів

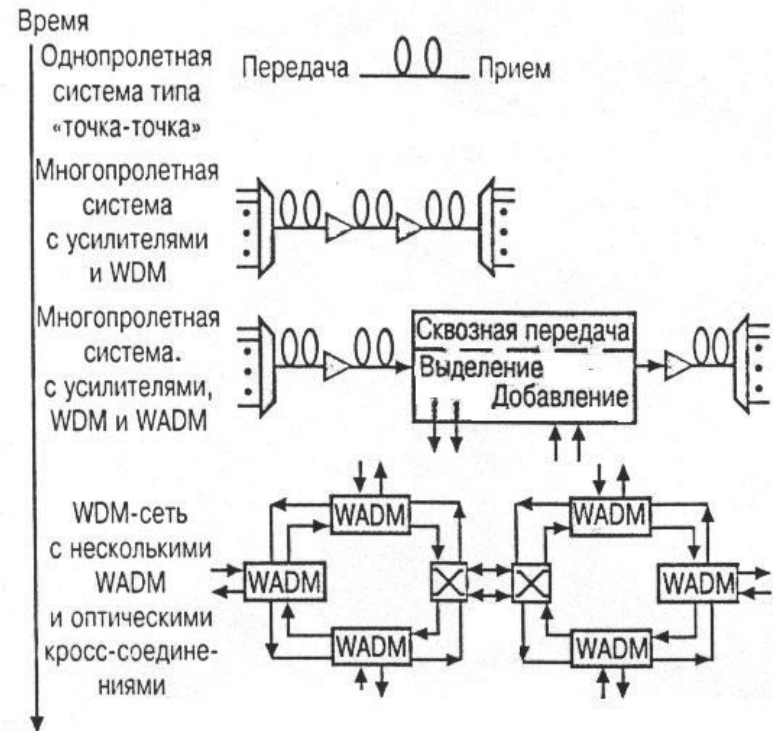
0.4нм



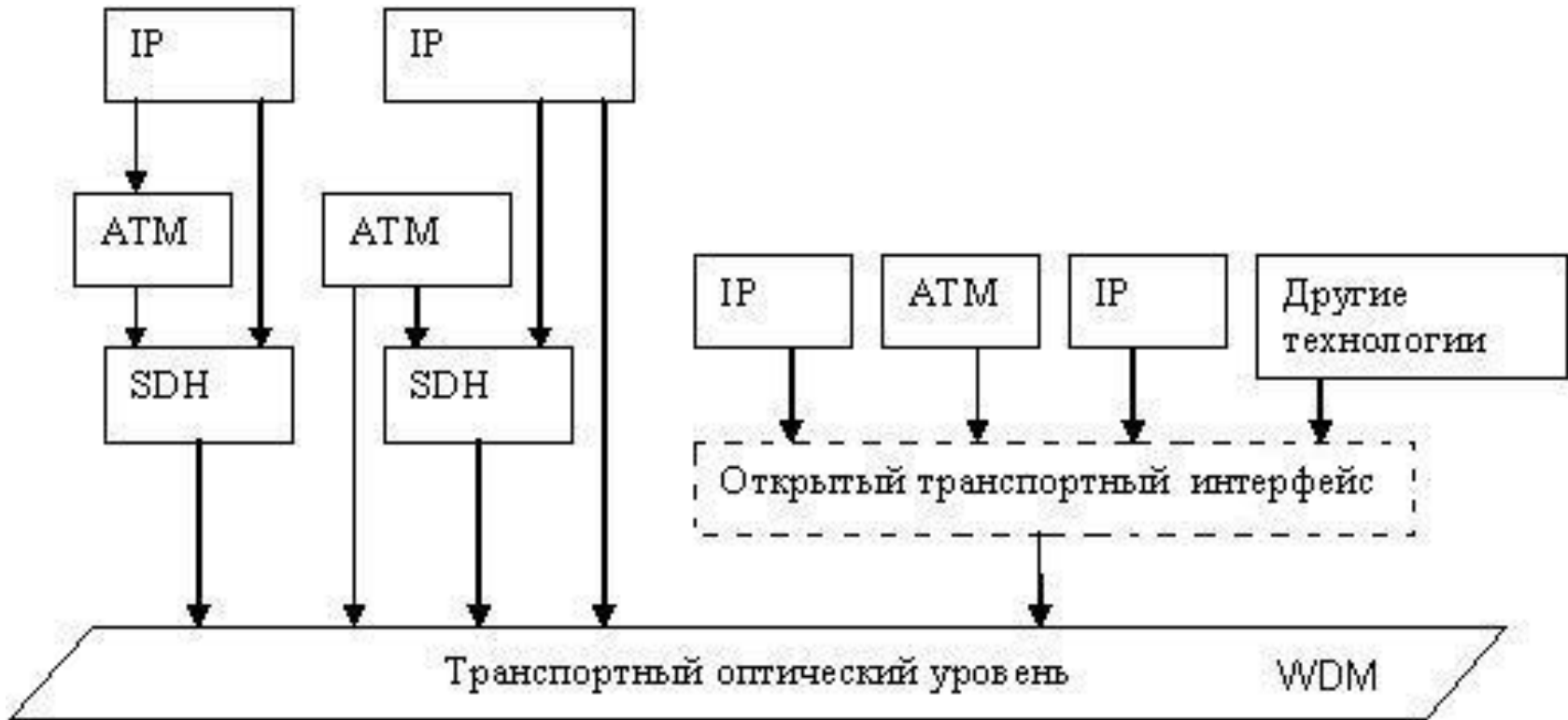
# Полностью оптическая сеть

- Повністю оптичні мережі являють собою клас мереж, у яких при комутації, мультиплексуванні й ретрансляції переважаючим є не електронні (оптоелектронні), а чисто оптичні технології

Велика увага приділяється при цьому побудові прототипів архитектур, з пасивною й активною хвильовою маршрутизацією, із застосуванням мультиплексорів, демультимплексорів, хвильових конвекторів і оптичних комутаторів.



# 3 уровня АОН



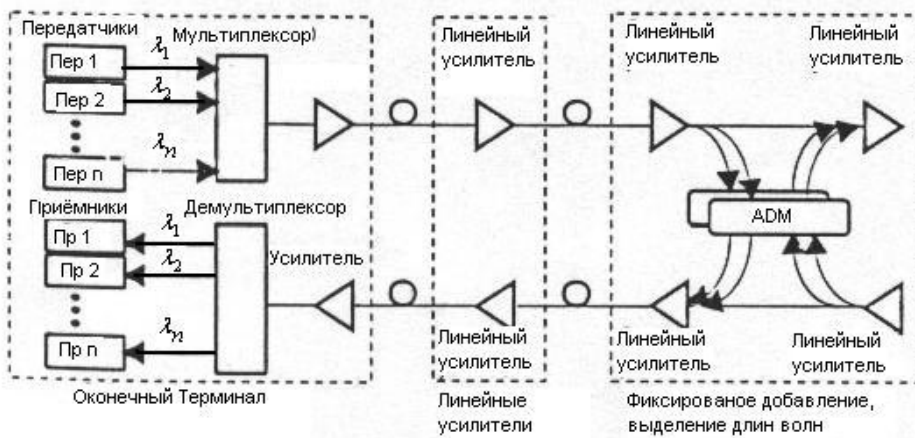
# Нелинейные эффекты

- Змушене розсіювання Бриллюэна виникає тоді, коли падаючий сигнал розсіюється. Це розсіювання може бути як у прямому, так і у зворотному напрямках, і пояснюється дією одного або декількох механізмів
- змушене рамановское розсіювання викликає передачу потужності від каналів з меншою довжиною хвилі до каналів з більшою довжиною хвилі.
- Фазова самомодуляція й перехресна фазова модуляція починають проявлятися при потужності оптичного сигналу  $P = 8...10$  мВт внаслідок зміни показника переломлення серцевини ВР.

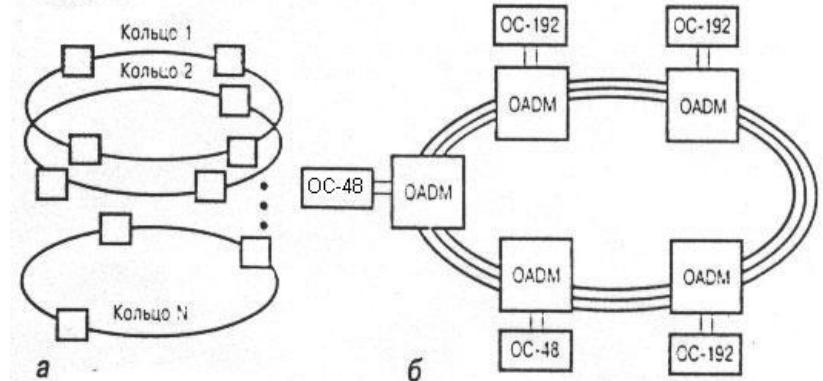
Коли вихідний рівень джерела світла стає занадто більшим, сигнал може модулювати свою власну фазу. Це явище називається фазовою самомодуляцією

- четырехволновое змішування, що приводить до перешкод між спектральними каналами. Це явище може повністю вивести з ладу систему WDM. Воно з'являється тоді, коли інтенсивність лазерного сигналу досягає критичного рівня
- модуляційна нестійкість;
- Вплив дисперсії на переданий імпульс складається в його розширенні в міру того, як він поширюється по волокну. Солитон - це імпульс, що не змінює свою форму в міру того, як він поширюється по волокну

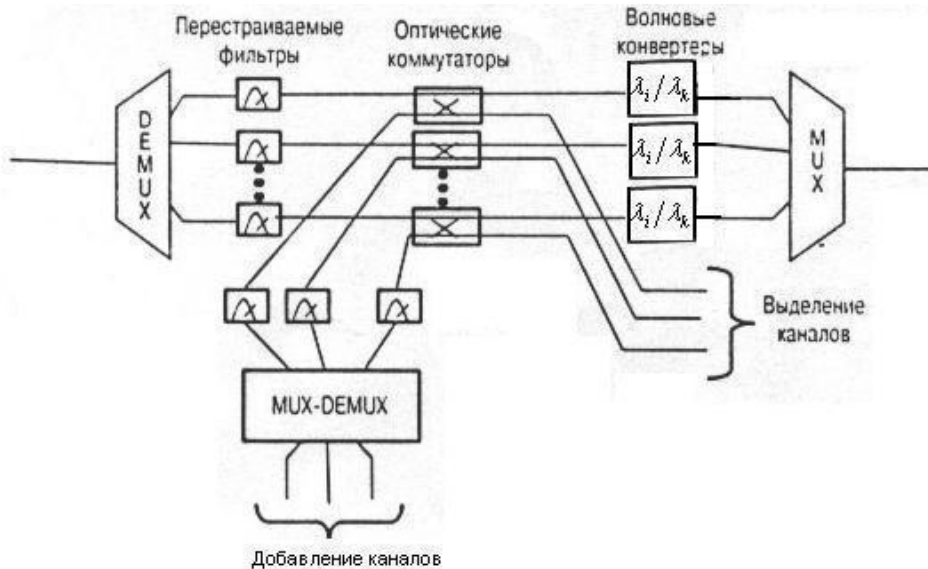
# Структурные схемы



Фиксована WDM



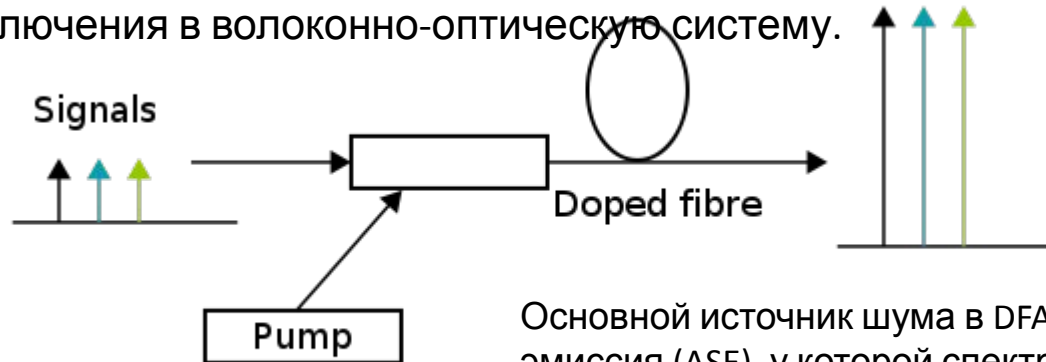
SDH/SONET



Пристрій оптичного мультиплексора з функцією

# EDFA

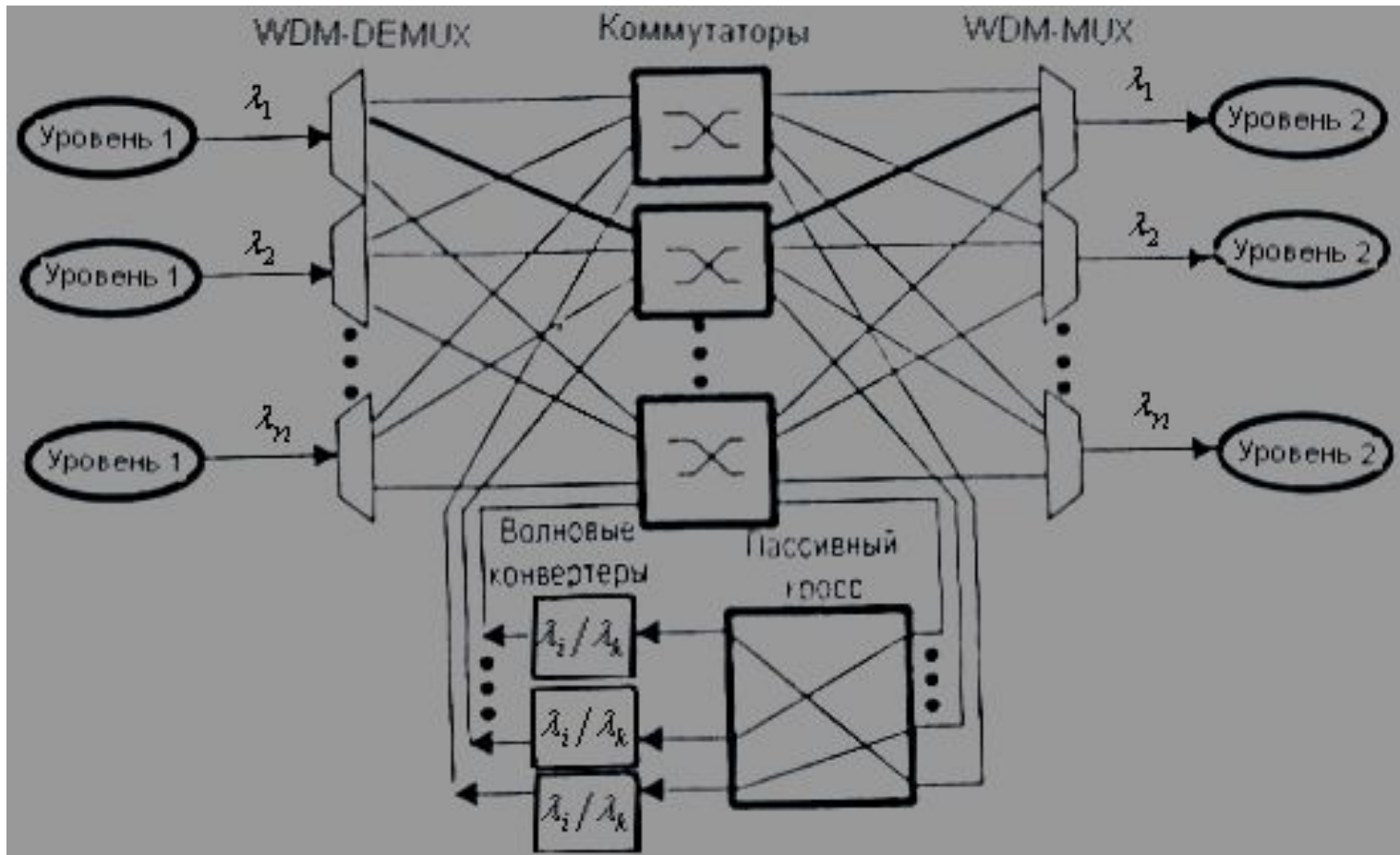
- **EDFA** ([англ. Erbium Doped Fibre Amplifier](#)) — волоконно-оптический [усилитель](#) на [оптическом волокне](#), легированном [ионами эрбия](#). Применяется в [волоконно-оптических линиях передачи](#) для восстановления уровня оптического [сигнала](#). Преимуществом эрбиевых усилителей является отсутствие преобразования в [электрический](#) сигнал, возможность одновременного усиления сигналов с разными длинами [волн](#) (что обуславливает возможность усиления [спектрально мультиплексированного сигнала](#)), практически точное соответствие рабочего [диапазона](#) эрбиевых усилителей [области минимальных оптических потерь световодов](#) на основе [кварцевого стекла](#), сравнительно низкий уровень [шума](#) и простота включения в волоконно-оптическую систему.



Основной источник шума в DFA это усиленная спонтанная эмиссия (ASE), у которой спектр приблизительно такой же как и спектр усиления усилителя. Коэффициент шума в идеальном DFA составляет 3 дБ, в то время как у практических усилителей коэффициент шума может достигать 6-8 дБ.

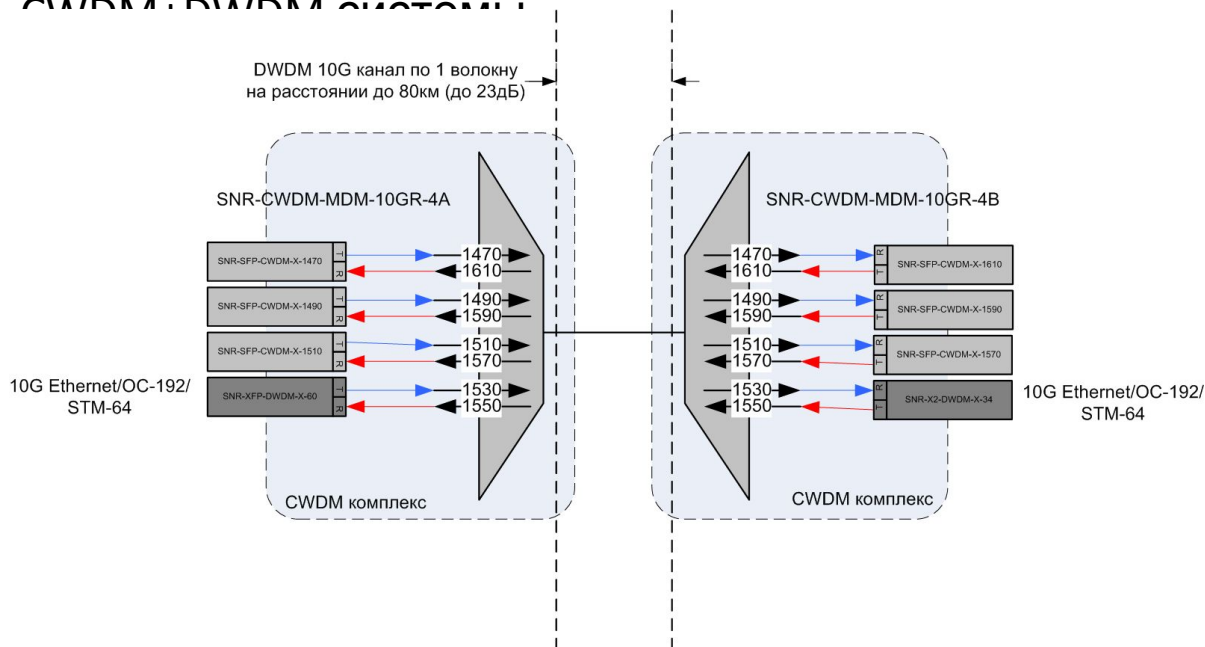


# AON 3 lvl model



# CWDM и гибридное

- До недавнего времени (до появления 10G CWDM трансиверов) у технологии CWDM был один недостаток по сравнению с более дорогостоящей DWDM технологией — возможность организации 10Г канала связи. Но решение не заставило себя долго ждать — мы стали использовать и внедрять у наших заказчиков гибридные



# Оптические усилители

- Оптичні підсилювачі забезпечують внутрішнє посилення оптичного сигналу без його перетворення в електричну форму. Вони використовують принцип індукованого випромінювання, аналогічно лазерам. Існує п'ять типів оптичних підсилювачів
- В оптических системах, использующих волоконно-оптический кабель, для усиления сигналов можно использовать нелинейные явления в оптическом волокне, такие, как ВКР или эффект Рамана, ВРМБ и параметрическое усиление.



# PON

технология пассивных оптических сетей.

Распределительная сеть доступа PON основана на древовидной волоконно-кабельной архитектуре с пассивными оптическими разветвителями на узлах, представляет экономичный способ обеспечить широкополосную передачу информации. При этом архитектура PON обладает необходимой эффективностью наращивания узлов сети и пропускной способности, в зависимости от настоящих и будущих потребностей абонентов.

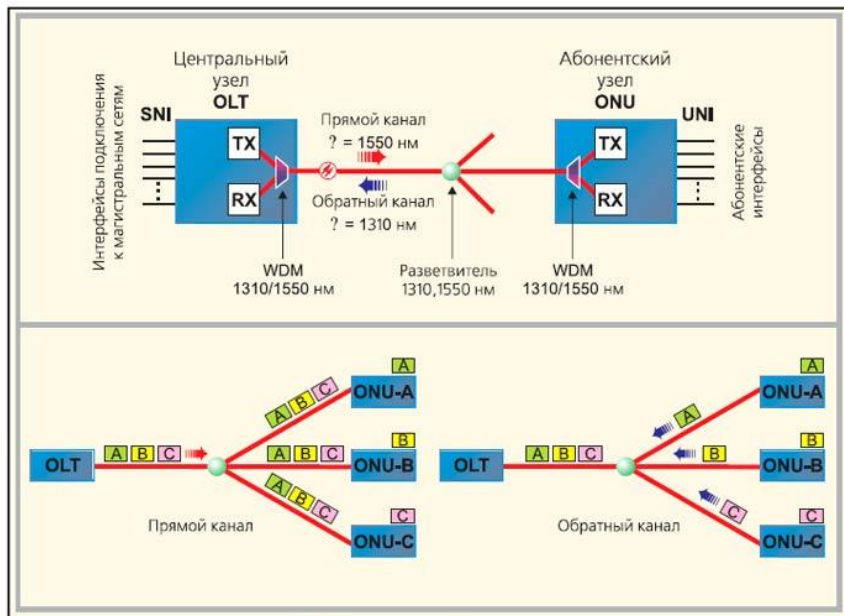


Рис. 2. Основные элементы архитектуры PON и принцип действия