

Особенности развития фотоники для оптических систем связи

Ярослав Тезадов

Руководитель группы планирования и расчёта транспортных телекоммуникационных сетей

ЦИФРОВИЗАЦИЯ России - Указ президента РФ №309 от 7 мая 2024г

«О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»

- «Цифровая зрелость» государственного управления и ключевых отраслей экономики и социальной сферы
- ШПД Интернет: 97% - 2030г, 99% - 2036 г. в том числе с использованием сетей (инфраструктуры) спутниковой и мобильной связи
- Сетевой суверенитет и информационная безопасность

Фотоника в решении задач отрасли:

- Передача растущих объемов трафика внутри и между регионами
- **Передача трафика в отдаленные малонаселенные регионы и распределение его внутри данного региона**
- Развитие Фотоники является ключевым фактором успеха для стоящей перед отраслью задачи



Качество. Инновации. Будущее



25% объём инвестиций в НИОКР



Талантливая команда R&D



Высокие стандарты качества



85% локализации производства



Сервисное и технологическое сопровождение

Направление производства VPG Laserone



Ключевые этапы развития Телеком

- 1993 - Первые поставки оптических усилителей
- 2004 - Первое поколение DWDM ПУСК
- 2013 - Уникальные решения сверхдлинных ВОЛС
- 2017 - Новое поколение DWDM «Горизонт»
- 2018 - Проекты с федеральными операторами
- 2024 - Новая линейка DCI для ЦОД

Производственные отделы



Сектор вытяжки
световодов



Участок лазерных
диодов



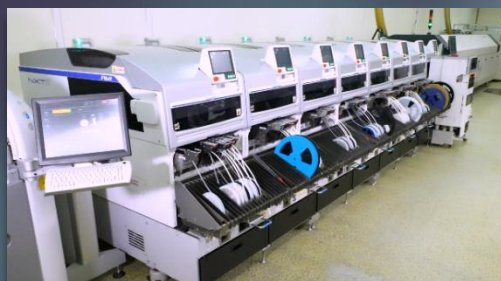
Участок сборки
лазеров



Цех точной
металлообработки



Инжиниринговый
центр

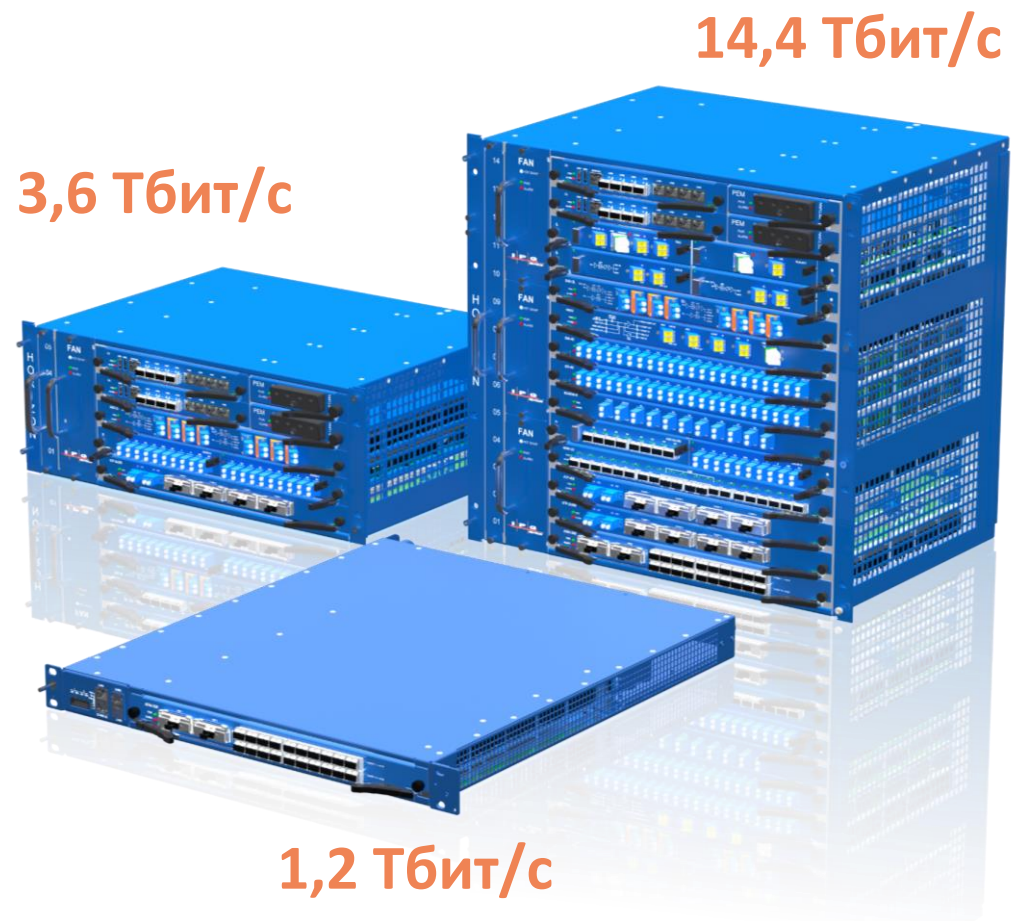


Линия поверхностного
монтажа печатных плат



Метрологическая
лаборатория

DWDM-платформа «Горизонт»



- Поддержка до 600 Гбит/с на канал
- Свыше 32 Тбит/с в одной паре волокон
- Flexible OTN/DWDM транспорт
- Однопролётные ВОЛС (свыше 500 км)
- Сверхдлинные ВОЛС – свыше 10 тыс. км
- Компактность: до 24 блоков на шасси

Состав системы:

- Шасси 10U/4U/1U
- Приёмопередатчики: до 600G/канал
- Эрбиевые усилители
- Рамановские усилители
- Рамановские усилители 3-его порядка
- Источники рамановской накачки
- Гибридные усилители
- MUX/DEMUX/ROADM
- Различные блоки пассивной оптики
- Сетевая система управления
- Модули ROPA

Расширение спектрального диапазона ВОЛС

Цель: обеспечение значительного роста объёма передаваемого трафика

Возможные способы решения:

- строительство новых ВОЛП – производственные ресурсы (волокно) / затраты / время
- увеличение скорости опт. каналов – оптимально, но пока невозможно из-за отставания в ЭКБ
- увеличение количества оптических каналов за счет использования новых областей спектра

Расширение спектрального диапазона ВОЛС

Цель: обеспечение значительного роста объёма передаваемого трафика

Возможные способы решения:

- строительство новых ВОЛП – производственные ресурсы (волокно) / затраты / время
- увеличение скорости опт. каналов – оптимально, но пока невозможно из-за отставания в ЭКБ
- увеличение количества оптических каналов за счет использования новых областей спектра

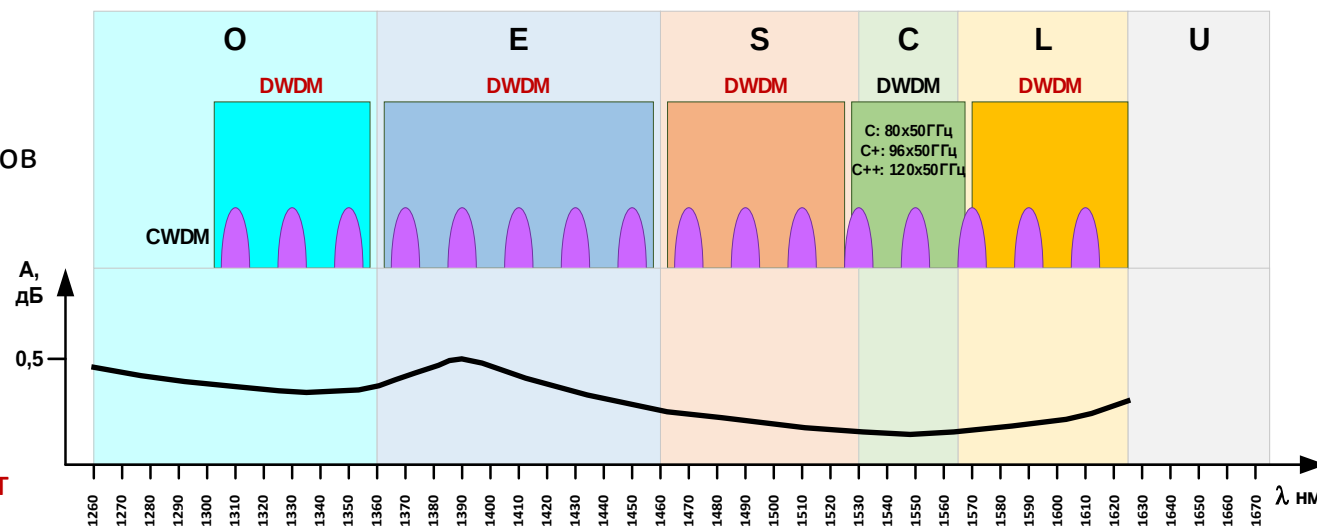
Разработка и внедрение отечественного DWDM для организации фотонного уровня в диапазонах «L», «S», «O», «E»

Ключевые этапы разработки:

- создание трансиверов для новых диапазонов
- создание WSS-модулей для новых диапазонов
- создание линейки опт. усилителей для новых диапазонов

Доступность отечественных комплектующих:

- рамановские усилители компании VPG Laserone, имеющие существенный экспортный потенциал
- возможность производства транспондеров до 10G
- WSS – отсутствует.
- отечественная ЭКБ (100G/QPSK = τ/π 28 нм) - отсутствует
- оптические микросборки TROSA 30G+ - отсутствуют



Освоение диапазонов «L», «S», «O», «E» позволит увеличить ёмкость ВОЛС в более, чем 3 раза!

Сверхдлинные однопролётные DWDM-системы



Обязательное использование:

- Эрбиевых и рамановских усилителей повышенной мощности (до 2 Вт)
- Усилителей с удалённой накачкой (ROPA) с расширенным диапазоном рабочих температур
- Оптических фильтров накачки с расширенными диапазоном рабочих температур
- Модулей накачки для ROPA

Апробированное, доступное решение, производимое VPG Laserone с высокой степенью локализации!

В портфеле реализованных проектов VPG Laserone имеется рекордная однопролётная ВОЛС 501 км.

Космическая связь. Почему лазер?

Лазерная связь	Радиосвязь	Оптоволокну
до 200 Гбит/с	до 10 Гбит/с	32+ Тбит/с

1. Высокая скорость передачи информации (до 200 Гбит/с)
2. Высокая помехоустойчивость и защищённость
3. Малая масса и энергопотребление по сравнению с радиочастотными аналогами на единицу скорости передачи информации
4. Отсутствие процедуры получения разрешения на использование полос радиочастот



В межспутниковой системе связи лазерная связь практически полностью вытеснит радиосвязь

Волоконные усилители VPG Laserone для космических применений

Особые требования, предъявляемые к аппаратуре для космоса

- Пониженное энергопотребление
- Компактность
- Уменьшенная масса
- Повышенная виброустойчивость
- Повышенная стойкость к ионизирующему излучению космического пр-ва
- Резервирование комплектующих и внутренних интерфейсов управления
- Расширенный диапазон рабочих температур

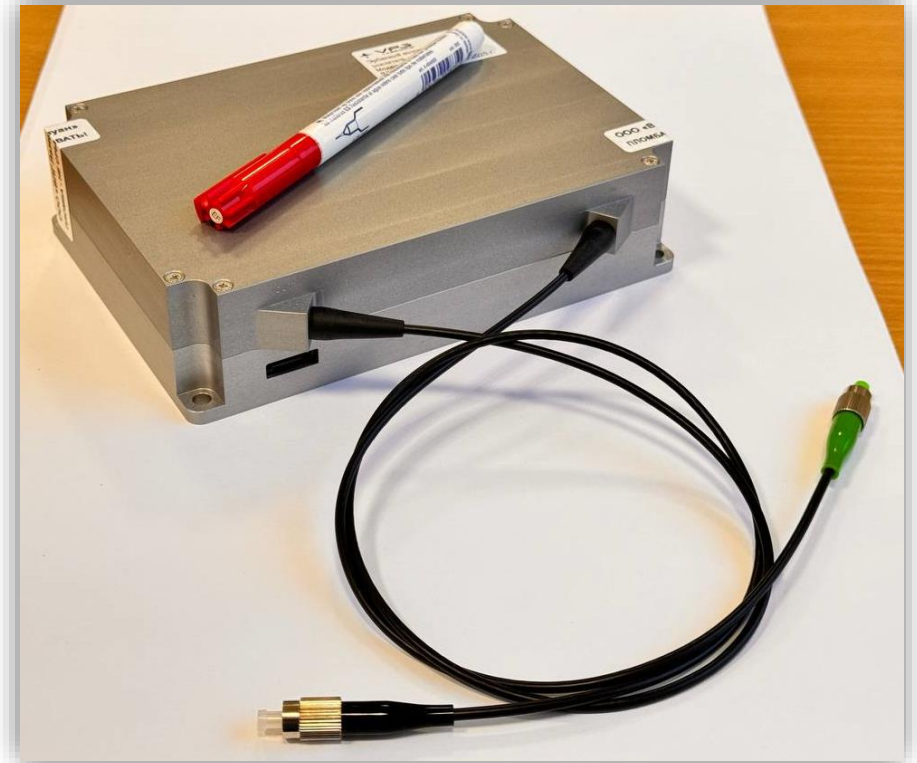
Волоконные усилители VPG Laserone для космических применений

Особые требования, предъявляемые к аппаратуре для космоса

- Пониженное энергопотребление
- Компактность
- Уменьшенная масса
- Повышенная виброустойчивость
- Повышенная стойкость к ионизирующему излучению космического пр-ва
- Резервирование комплектующих и внутренних интерфейсов управления
- Расширенный диапазон рабочих температур

Выходная оптическая мощность	до 10 Вт*
Входная оптическая мощность	>100 мкВт
Масса	< 1,2 кг
Энергоэффективность	>15%
Рабочая температура	(-40...+70)°C
Резервирование накачки	2х
Срок активного существования (САС)	5 лет

* Может быть увеличена до 20 Вт с сохранением компактности



Оптимальная длина волны передачи в космосе соответствует спектральному диапазону для наземной передачи в волокне:
удобство интеграции межспутниковой системы связи в наземную инфраструктуру с магистральными сетями
Существенно выше уровень технологической готовности!

В перспективе разработка собственного транспондера с FEC-i7, и интегрированного в модуль EDFA

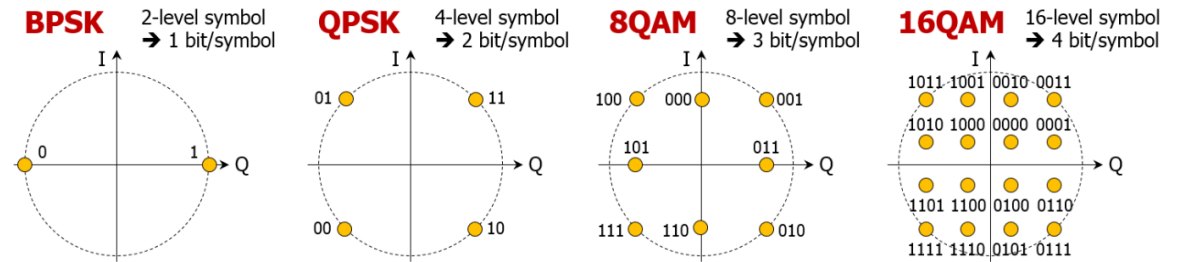
Перспективные пути развития космической лазерной связи

1. Переход от каналов 10G к когерентным 100G+

Основные проблемы разработки:

- разработка сложной коллимирующей оптики
- разработка оптического гибрида
- разработка соответствующего DSP?

В РФ открыт старт работы по коллимации лазерного пучка в одномодовое (SMF) волокно!



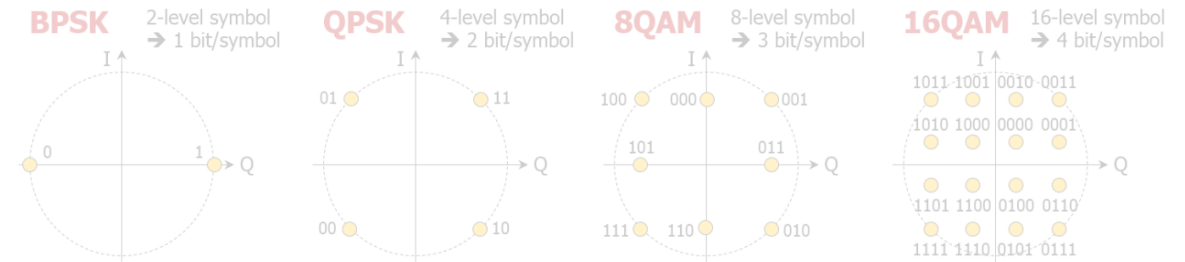
Перспективные пути развития космической лазерной связи

1. Переход от каналов 10G к когерентным 100G+

Основные проблемы разработки:

- разработка сложной коллимирующей оптики
- разработка оптического гибрида
- разработка соответствующего DSP?

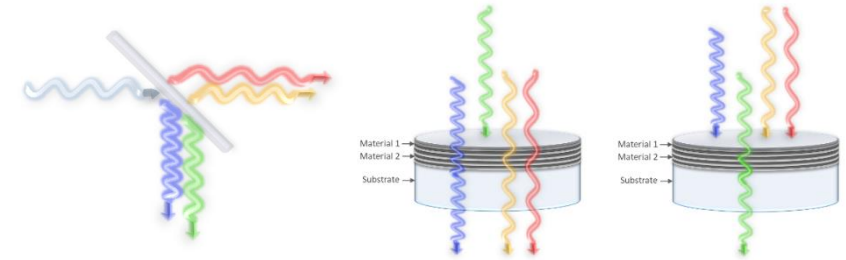
В РФ открыт старт работы по коллимации лазерного пучка в одномодовое (SMF) волокно!



2. Технологии WDM – многоканальная оптическая передача

Основные проблемы разработки:

- разработка специальных многослойных оптических TFF-фильтров
- разработка сложной коллимирующей оптики



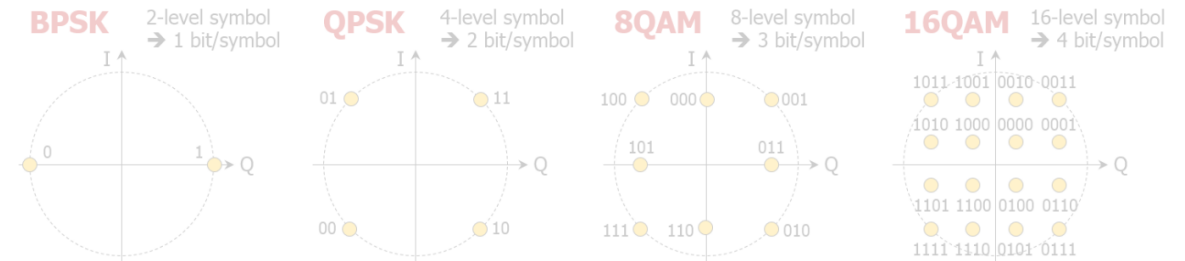
Перспективные пути развития космической лазерной связи

1. Переход от каналов 10G к когерентным 100G+

Основные проблемы разработки:

- разработка сложной коллимирующей оптики
- разработка оптического гибрида
- разработка соответствующего DSP?

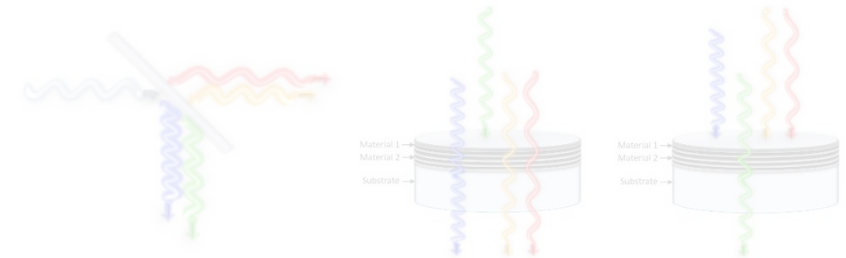
В РФ открыт старт работы по коллимации лазерного пучка в одномодовое (SMF) волокно!



2. Технологии WDM – многоканальная оптическая передача

Основные проблемы разработки:

- разработка специальных многослойных оптических TFF-фильтров
- разработка сложной коллимирующей оптики



3. Организация лазерной связи «Земля-Космос»

Основные проблемы разработки:

- Создание сложной адаптивной оптики
- Создание мощного лазерного передатчика

VPG Laserone обладает необходимыми компетенциями и производственными мощностями для разработки требуемого мощного передатчика!



Если удастся осуществить высокоэффективный ввод в SM-волокно, то можно «переиспользовать» DWDM!

1. Отечественное производство готово к выпуску активного усилительного оборудования для любого типа систем связи (вода/земля/космос), базирующихся на лазерной передаче.
2. Уровень отечественного производства ЭКБ недостаточен для выпуска когерентного передатчика 100G+.
3. Оборудование для сверхдлинной однопролётной передачи локализовано в РФ.
4. Технология лазерной передачи станет доминирующей в космической межспутниковой связи.
5. Производство усилительного оборудования для космической межспутниковой связи локализовано в РФ.
6. Высокоэффективный ввод излучения в SM-волокно позволит создать базис для перехода к многоканальной когерентной оптической космической связи (DWDM-технология в космосе!). Это существенно повысит уровень технологической готовности отрасли, кратно увеличив общую пропускную способность системы.
7. Замена радио- на лазерную передачу на участке «Земля-Космос» расширит возможности и предназначение космических сетей связи, максимально интегрировав их в наземную магистральную инфраструктуру.

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ



ООО «ВПГ Лазеруан»

☎ + 7 496 255-74-46

✉ mail@vpglaserone.ru