



**ИНСТИТУТ
ЛАЗЕРНОЙ
ФИЗИКИ**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК. СИБИРСКОЕ
ОТДЕЛЕНИЕ



«Субнаносекундная высокоэнергетическая цельноволоконная лазерная система»

А.В.Иваненко^{1,2}, Б.Н.Нюшков^{2,3}, С.К.Турицын², С.М.Кобцев¹,
В.С.Пивцов³, В.И.Денисов³

¹Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск; ²Aston University, United Kingdom;

³Институт Лазерной Физики СО РАН, Новосибирск.

Волоконные сверхдлинные лазеры

Фундаментальная частота повторения:

$$f_{\text{и}} \sim c/L$$

Энергия импульсов:

$$E_{\text{и}} = P_{\text{ср}}/f_{\text{и}} \Rightarrow E_{\text{и}} \sim L$$

Преимущества и особенности метода:

- Стабильность и детерминированность характеристик
- Малая длительность импульсов
- Простота реализации и низкая стоимость



Специфика сверхдлинных лазеров

1) Аномальная внутрирезонаторная дисперсия.

Генерация классических солитонов:

+ генерация ультракоротких (фемто- и пикосекундных) импульсов;

- энергия импульсов менее 20 нДж.

2) Нормальная внутрирезонаторная дисперсия.

Генерация диссипативных солитонов:

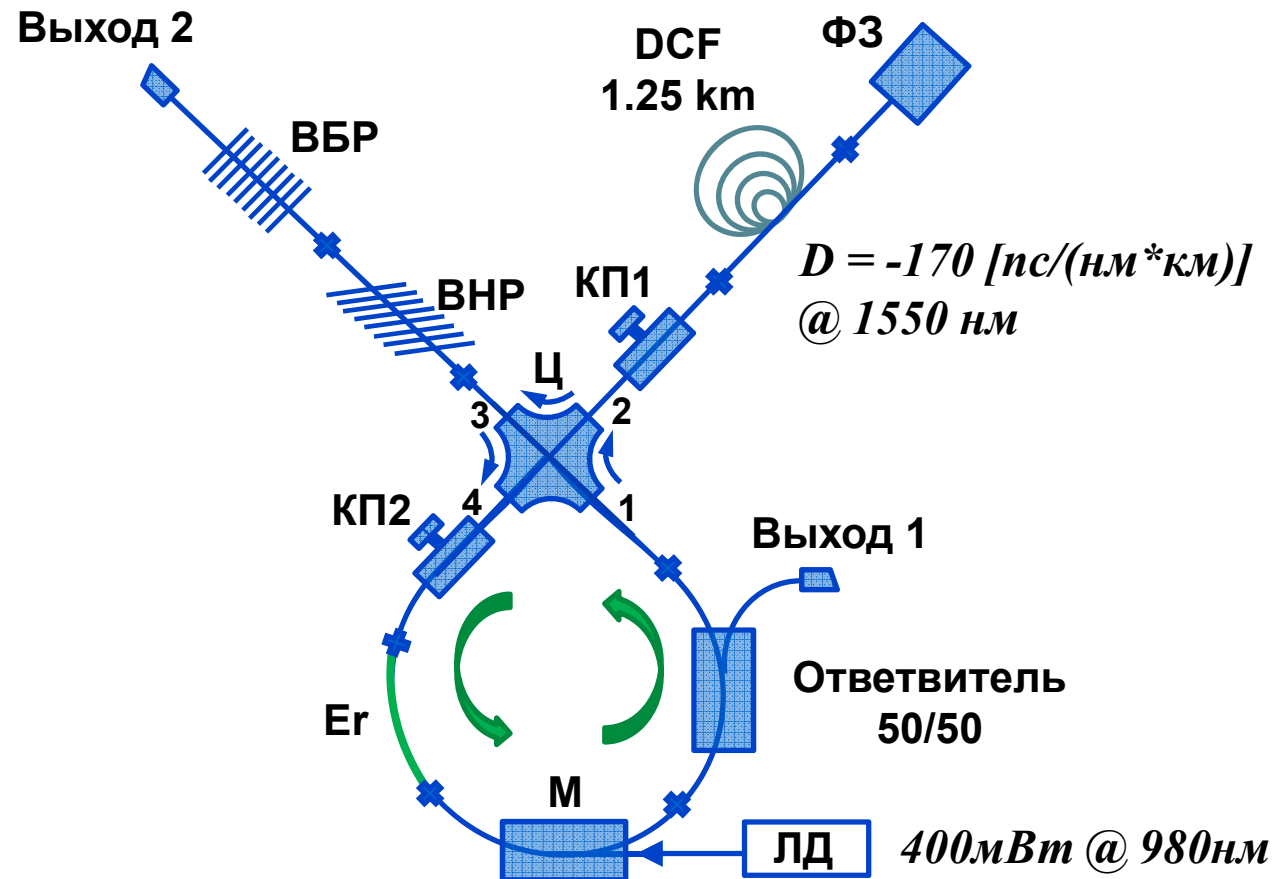
+ генерация стабильных импульсов с высокой энергией (3,9 мкДж).

- гигантский чирп импульсов, большая длительность импульсов - единицы и десятки наносекунд.

3) Высокий уровень усиленного спонтанного излучения (УСИ), обусловленный большими межимпульсными интервалами



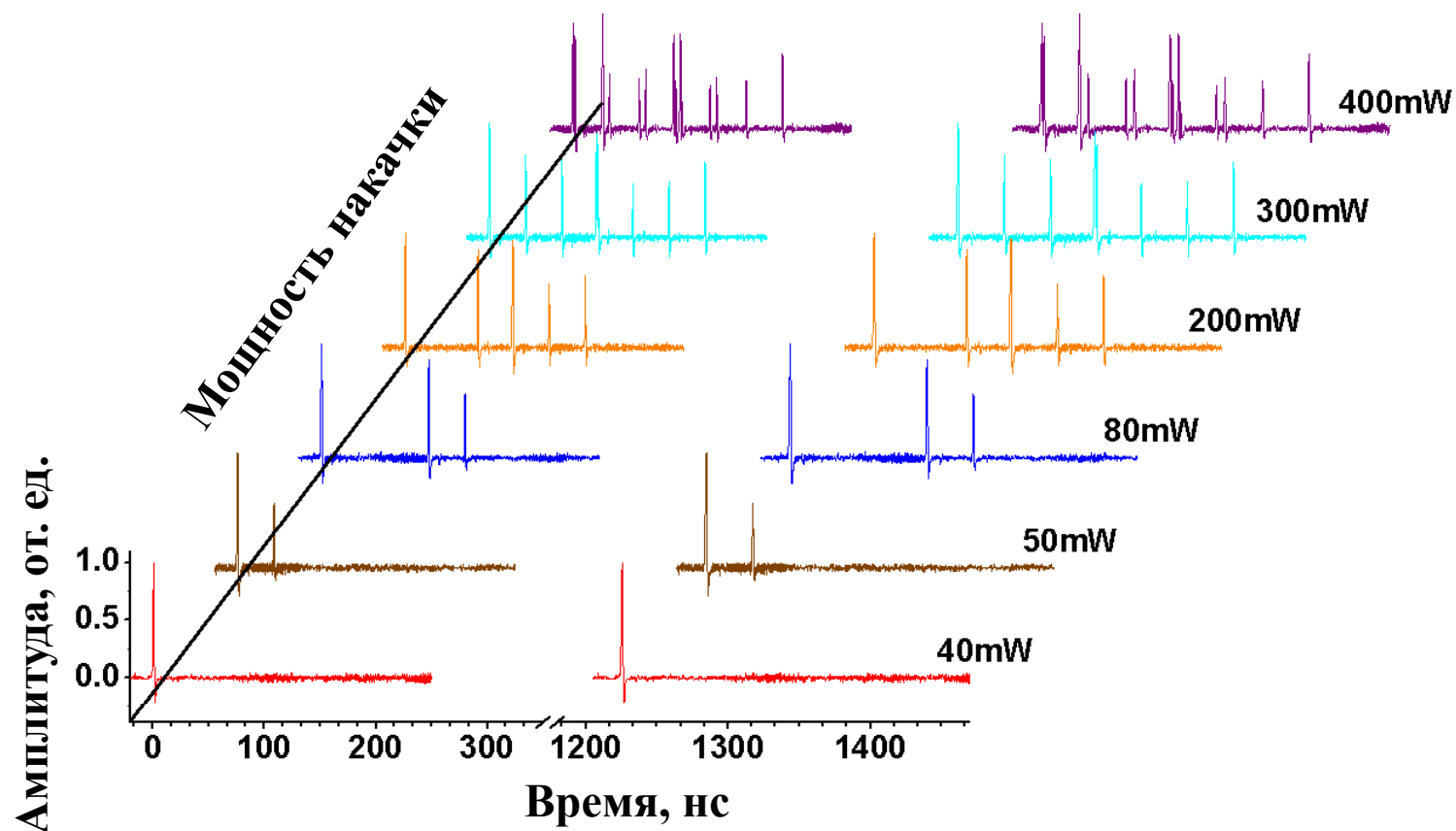
«Гамма»-схема резонатора



ЛД – лазерный диод накачки; М – мультиплексор; Er – активное волокно, легированное ионами эрбия; Ц – циркулятор; КП1, КП2 – контроллеры поляризации; О – ответвитель 50/50; DCF – катушка волокна с нормальной дисперсией 1.25 км; ВНР – волоконная наклонная решётка; ФЗ – фарадеевское зеркало; ВБР – волоконная береговая решётка.



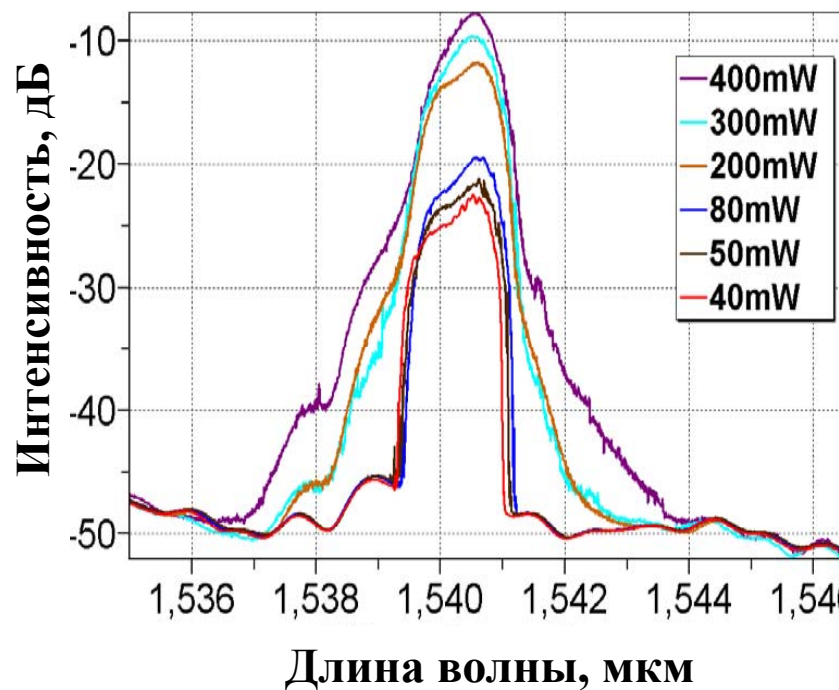
Характеристика режима генерации



Эволюция импульсного режима генерации при изменении мощности накачки.



Характеристика режима генерации



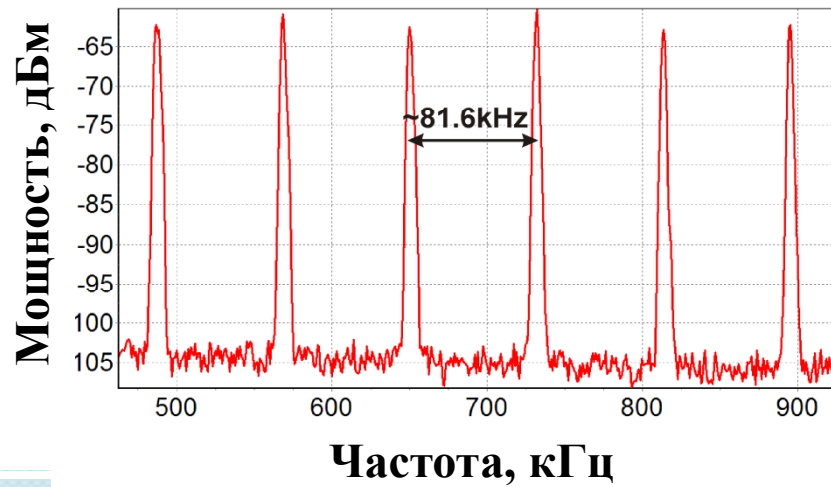
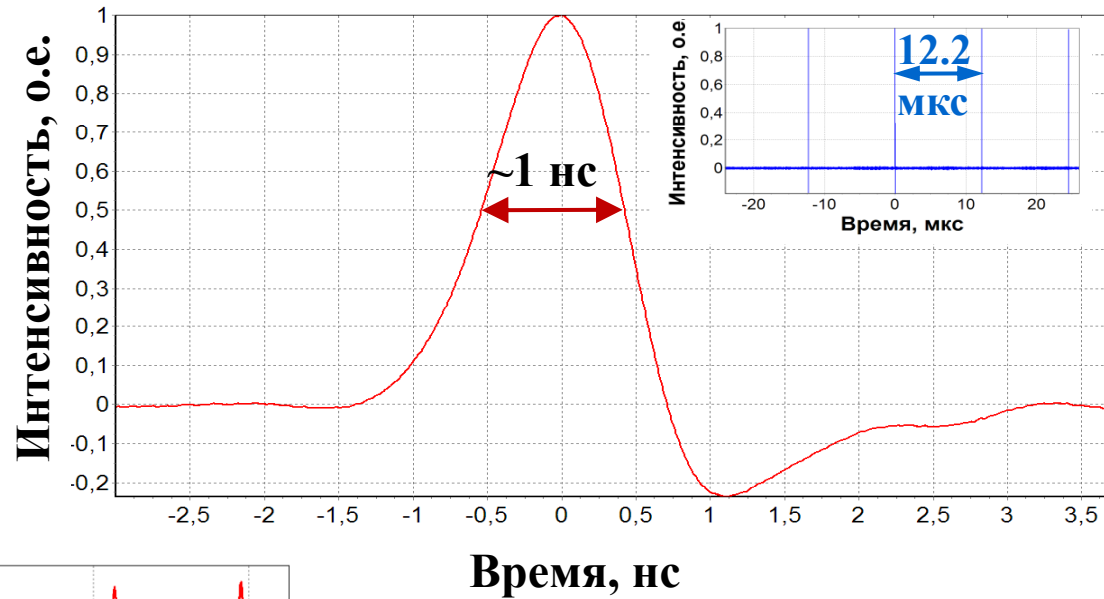
Вариация оптического спектра лазера при изменении мощности накачки.



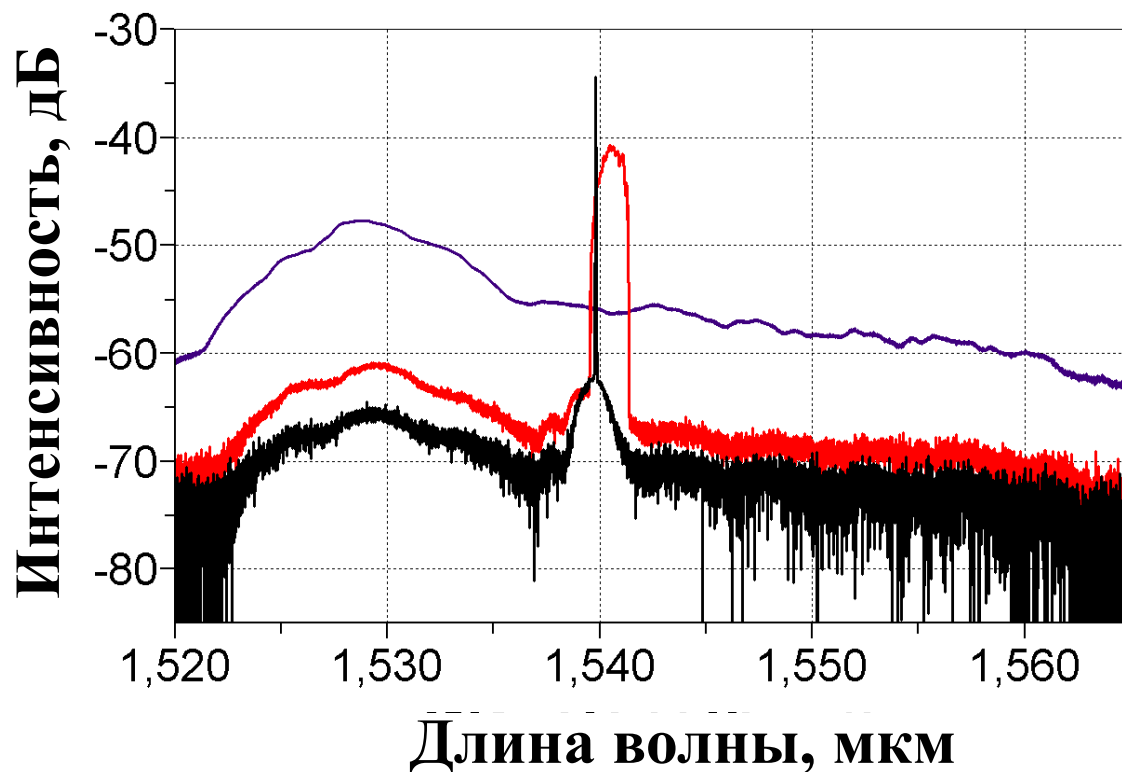
Оптический спектра лазера в режиме 1-наносекундных импульсов.



Режим одноимпульсной генерации



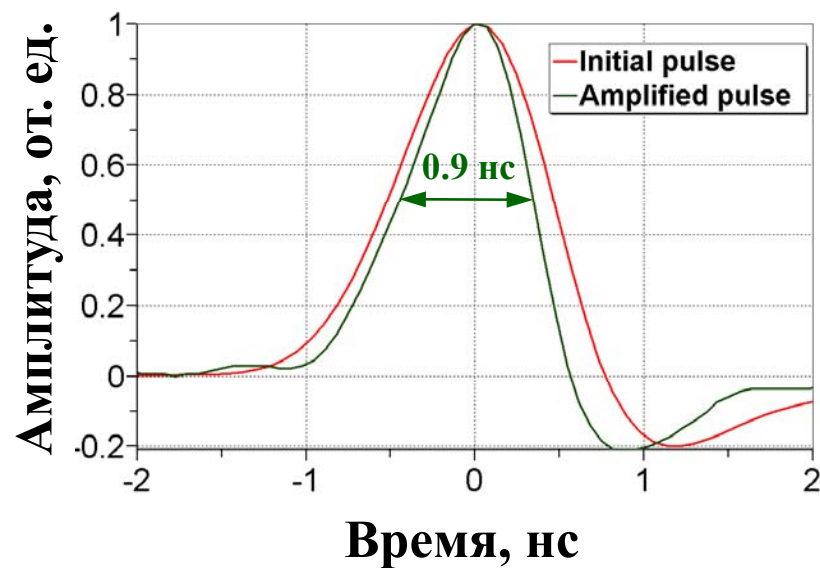
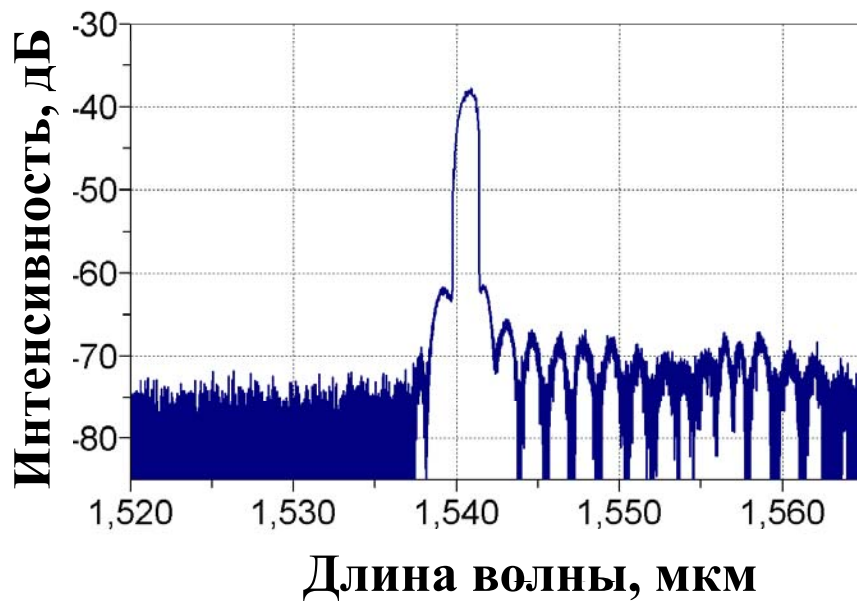
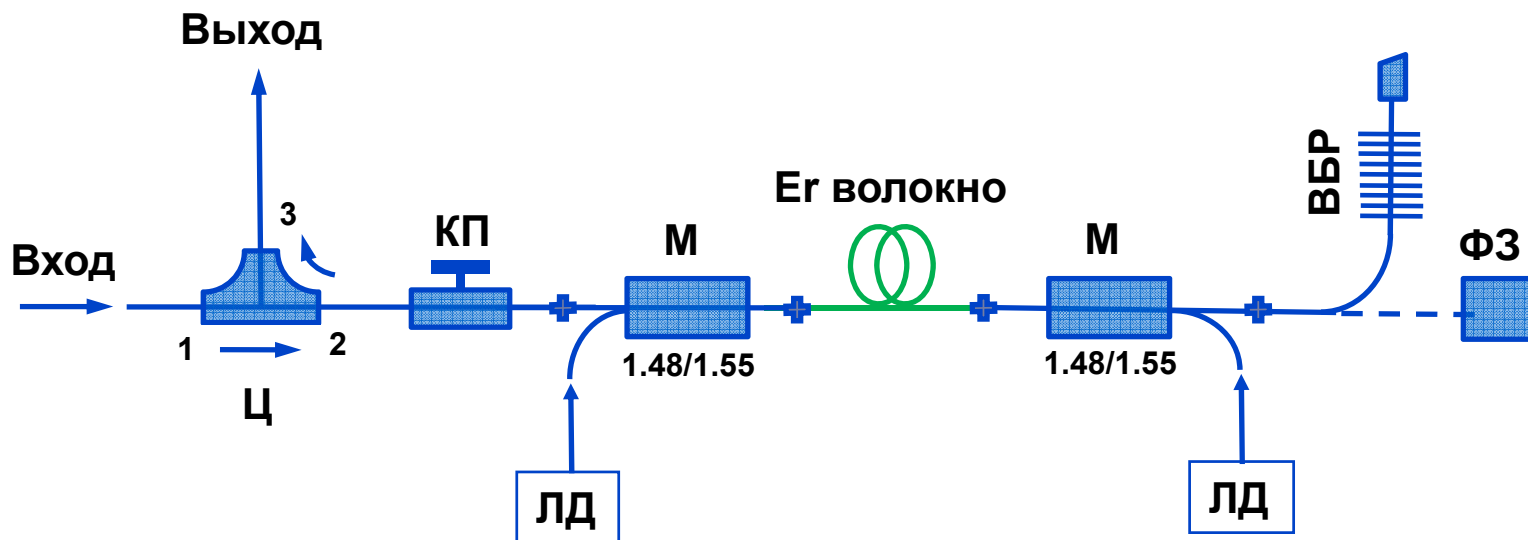
Режим одноимпульсной генерации



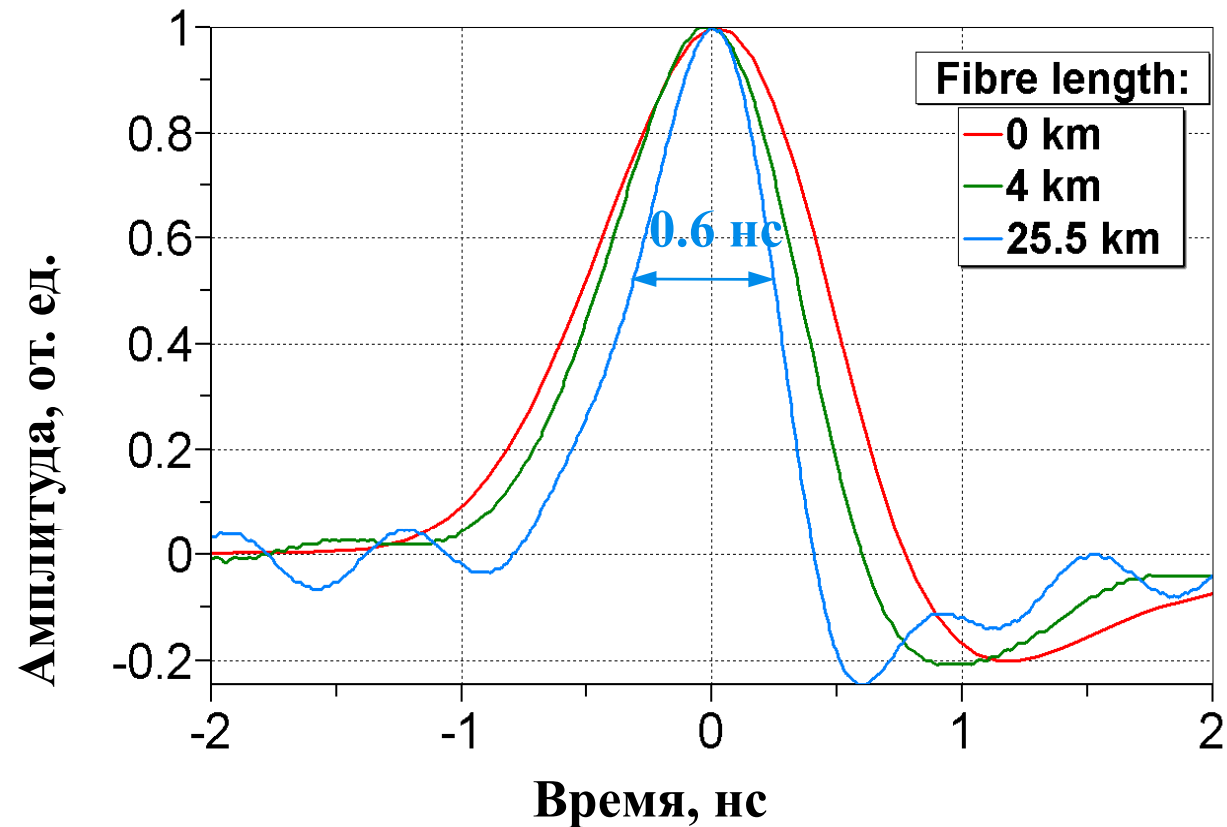
Чёрный – в режиме непрерывной генерации, красный – в одноимпульсном режиме синхронизации мод; сиреневый – в режиме усиленной спонтанной эмиссии источника (когда ВБР отсоединена).



Усиление импульсов



Сжатие импульсов



Осциллограммы лазерных импульсов:

Исходная длительность импульсов ~ 1 нс; длительность на выходе 4-км волокна ~ 0.9 нс; длительность на выходе 25-км волокна ~ 0.6 нс.



Характеристики лазерной системы

- **Высокая энергия импульсов ~ 0,5 мкДж.**
- **Низкий уровень спонтанной эмиссии – менее 3%.**
- **Субнаносекундная длительность импульсов ~ 0.9 нс;**
- **Низкая частота следования импульсов ~ 82 кГц;**
- **Период следования импульсов ~ 12,2 мкс;**
- **Длина резонатора ~ 2,5 км**
- **Центральная длина волны – вблизи 1,54 мкм;**



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Сжатие импульсов до 600 пс.
- «Гамма»-схема резонатора:
 - оптимизация динамики генерации
 - управление характеристиками лазерного излучения.
- Конструктивные решения:
 - Применение ВБР;
 - Использование ВНР;
 - Применение фарадеевского зеркала.
- Импульсная лазерная система:
 - высокая энергия импульсов ($\sim 0,5$ мкДж)
 - субнаносекундная длительность импульсов $\sim 0,9$ нс
 - низкий уровень усиленного спонтанного излучения.



Спасибо за внимание!

Соавторы:

*Б.Н.Нюшков^{2,3}, С.К.Турицын², С.М.Кобцев¹,
В.С.Пивцов³, В.И.Денисов³*

¹Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск; ²Aston University, United Kingdom; ³Институт Лазерной Физики СО РАН, Новосибирск.



ИЛФ СО РАН

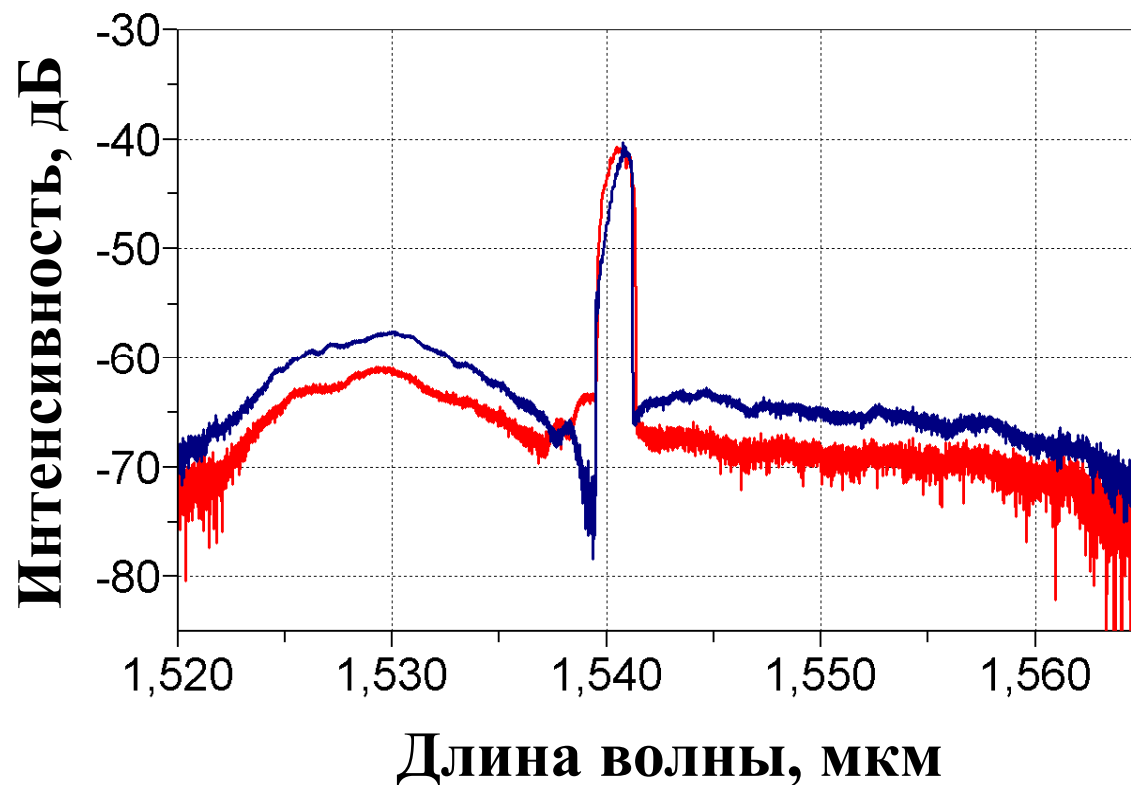


НГУ



Aston University

Режим одноимпульсной генерации



Синий - оптический спектр в одноимпульсном режиме №1 снятый со свободного вывода ВБР; красный – спектр снятый на выходе ответвителя.

