Институт автоматики и электрометрии СО РАН
Лаборатория волоконной оптики

Создание и исследование свойств 1-, 2- и 3-мерных волоконно-интегрированных наноструктур для новых устройств фотоники

Проект Программы Президиума РАН N27
«ОСНОВЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ»

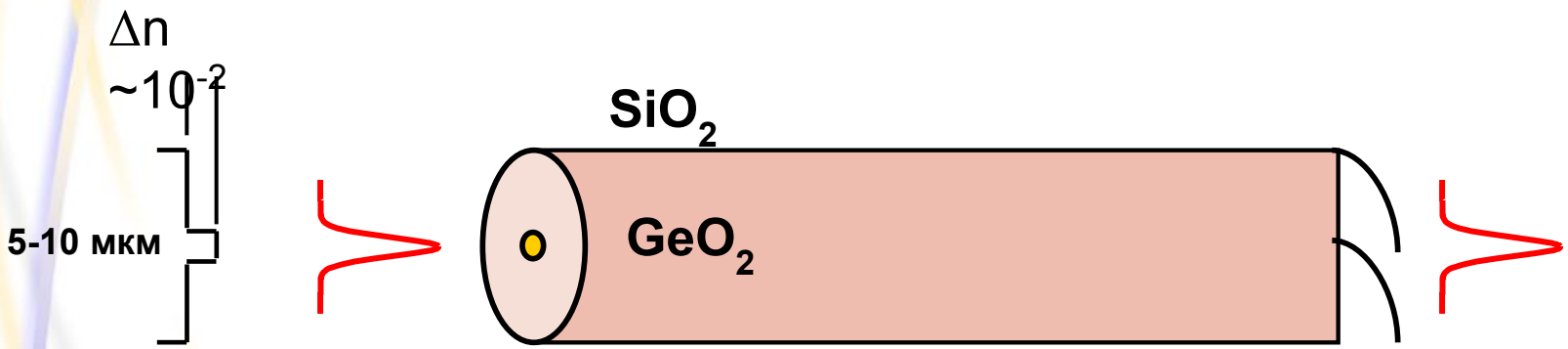
Рук.: д.ф.-м.н. С. А. Бабин

babin@iae.nsk.su

Цель проекта

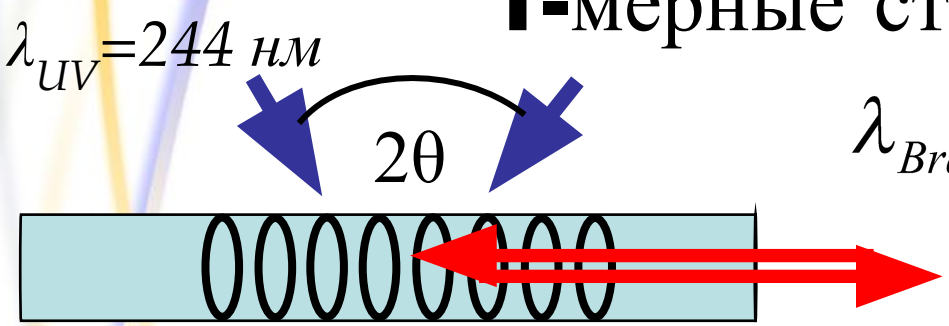
- Разработка принципов УФ и фемтосекундной записи в оптоволокне периодических структур показателя преломления с дефектами
- Интегрирование со световодами, дифракционными элементами, физическими и биохимическими объектами
- Исследование оптических свойств (линейных и нелинейных)
- Создание практических устройств: лазерных, сенсорных и коммуникационных систем на новых принципах

Оптическое волокно



- Распространение на большие расстояния (*0,2 дБ/км*)
- Эффективный теплоотвод, качество пучка
- Высокая интенсивность х большая длина *1Вт х 100км*
- Нелинейные эффекты (*ВКР, ВРМБ, ЧВС, …*)
- Фоточувствительность

Волоконные брэгговские решётки: **1**-мерные структуры



$$\lambda_{Bragg} = 2 \cdot n_{eff}(T) \cdot \Lambda(T, \varepsilon)$$

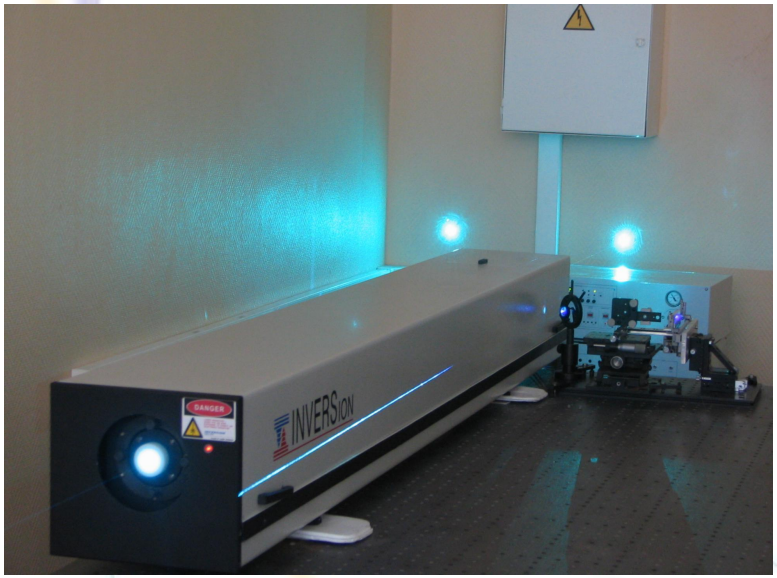
$\Lambda = \lambda_{UV}/2\sin\Theta \sim$ 100-700 нм

$\Delta n \sim 10^{-3}$, $N \sim 10^{3}$

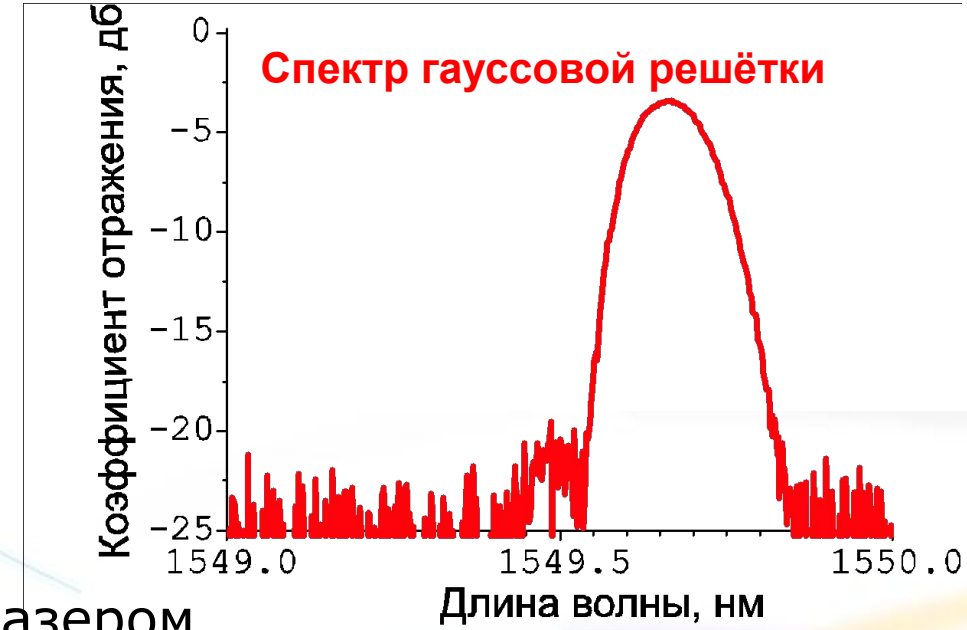
К-т отражения ВБР: 1-99%

Ширина *стоп-зоны:* $\delta\lambda/\lambda \sim 10^{-4}$

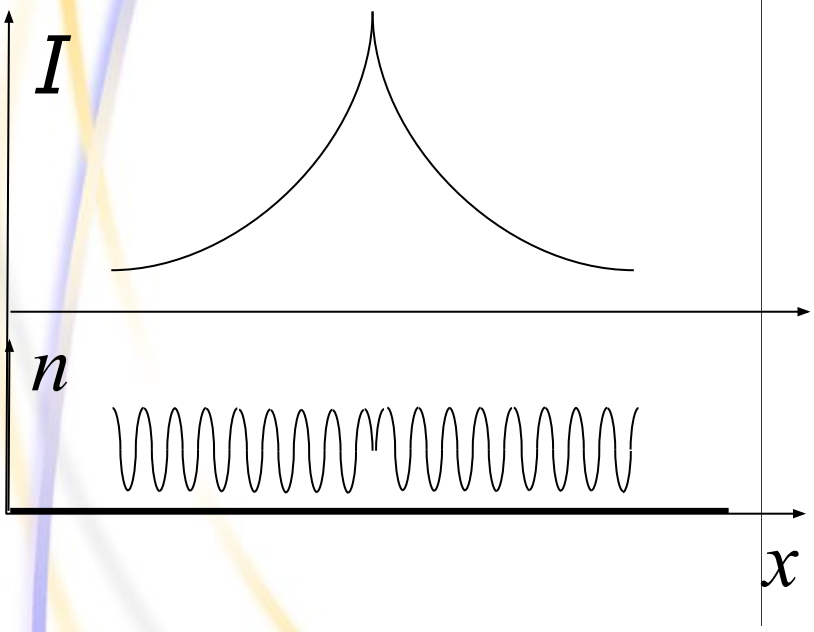
Перестройка $\Delta\lambda/\lambda \sim 5\%$

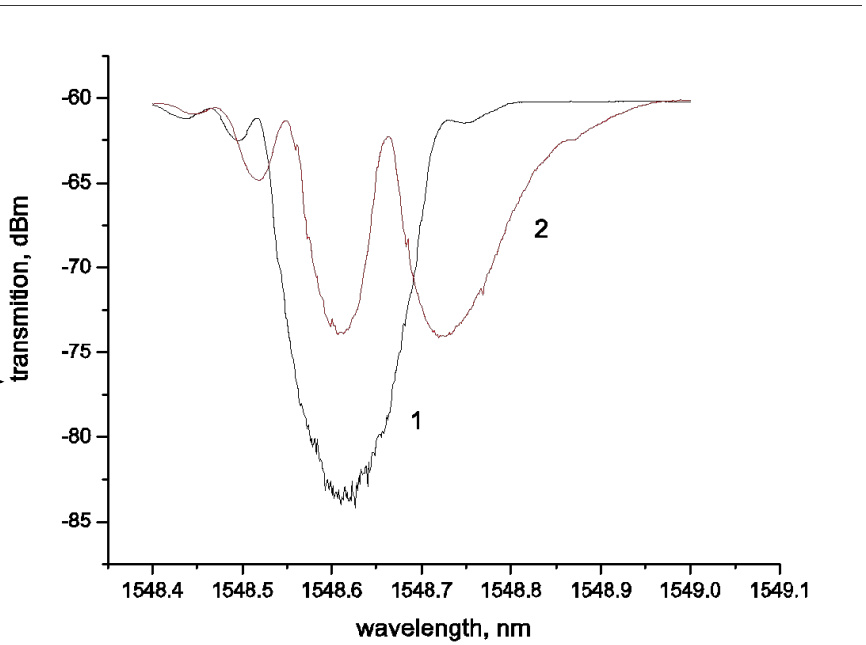


Станция записи решёток УФ лазером (ИАиЭ, 2007)



Решётки с фазовым сдвигом



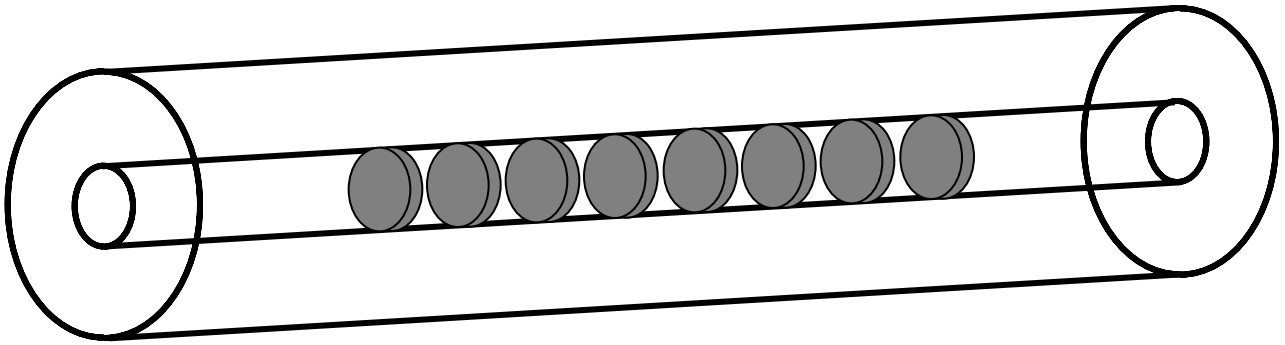


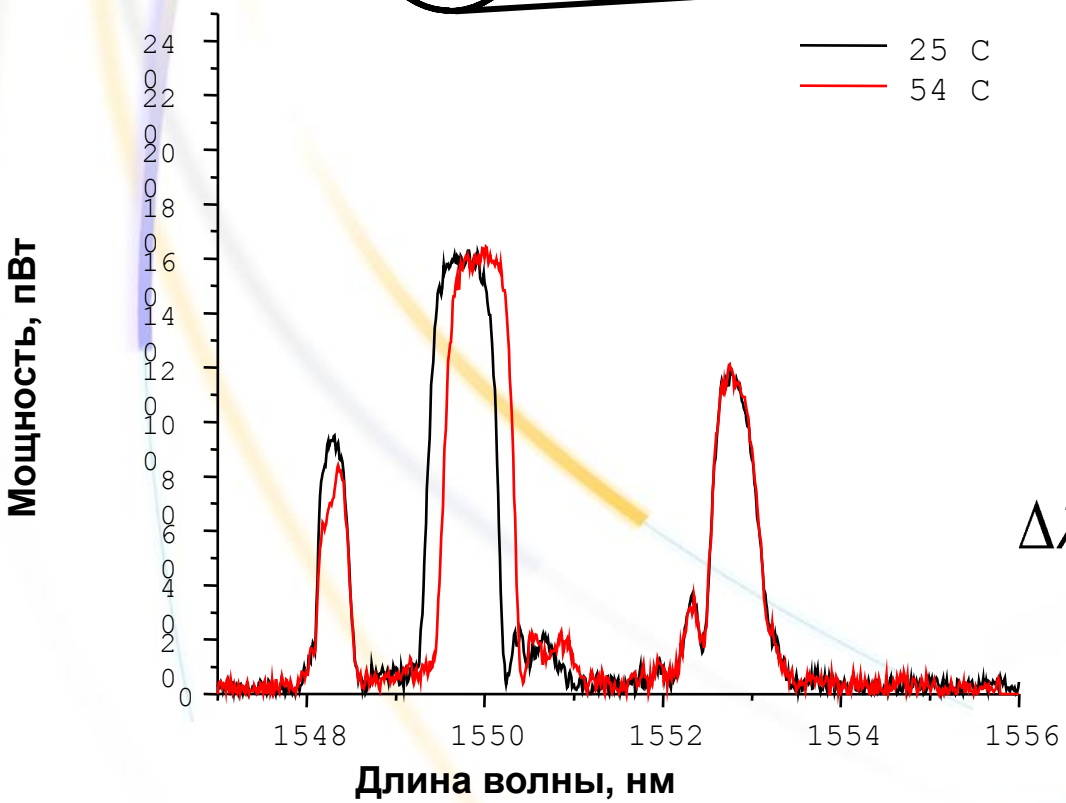
π − сдвиг = *дефект решетки размером Λ/2~100 нм*

L_{cavity} << L_{gain} ~ ℓ_{FBG} ~ 5 см ➡ **одна продольная мода**
низкий порог

Одночастотные лазеры с распределённой обратной связью (РОС)

Датчики на основе ВБР





$$\lambda_B = 2\Lambda(T,\varepsilon)n(T)$$

$$\varepsilon \sim 10^{-6}, \Delta T \sim 0{,}1^0$$

$$\Delta\lambda_B = \left[\left(\frac{d\Lambda}{dT}\right)\frac{1}{\Lambda} + \left(\frac{dn}{dT}\right)\frac{1}{n}\right]\lambda_B \Delta T$$

Задел

1. Бабин С.А., Власов А.А., Шелемба И.С. Волоконно-оптические сенсоры на основе брэгговских решёток. *Химия высоких энергий*, 2008, т.42, N4, с.35-37(по материалам симпозиума *«Нанофотоника 2007»*).
2. Абдуллина С.Р., Бабин С.А., Власов А.А., Каблуков С.И., Особенности записи волоконных брэгговских решёток гауссовым пучком, *Квант. электроника*, 2006, т.36, №10, с. 966-970.
3. Абдуллина С.Р., Бабин С.А., Власов А.А., Каблуков С.И. Перестраиваемые брэгговские решётки для применений в волоконных лазерах. *Оптика и спектроскопия,* 2007, т.103, N6, с. 1050–1054.
4. Babin S.A., Kablukov S.I., Terentiev V.S. Reflective interferometer on the basis of Troitsky thin film for frequency selection in fiber lasers. *Laser Physics*, 2008, v.18, N11, p.1241-1245.
5. Кульчин Ю., Витрик О., Дышлюк А., Шалагин А., Бабин С., Шелемба И.. Спектрально-временное детектирование сигналов ВБР с помощью метода оптической временной рефлектометрии. *Фотоника,* 2008, т. 9, № 3, с. 18-19.
6. Babin S.A., Churkin D.V., Ismagulov A.E., Kablukov S.I., Nikulin M.A. Single frequency single polarization DFB fiber laser. *Laser Phys. Lett*., 2007, V.4, N6, p. 428-432.
7. Babin S.A., Churkin D.V., Kablukov S.I., Kurkov A.S., Nikulin M.A. Distributed-feedback fiber laser with optical amplifier. *Laser Physics,* 2007, v.17, N11, p.1292–1295.

Ожидаемые результаты

- Будут разработаны принципы УФ и фемтосекундной записи в оптоволокне структур показателя преломления размерностью от 1 до 3, с периодом от 500 до 50 нм, с регулярными и случайными дефектами, проведено их интегрирование с 2- и 3-мерными дифракционными элементами и биохимическими реакторами.
- Будет проведено исследование их оптических свойств (распространение, дифракция, отражение, усиление/поглощение/ люминесценция света, нелинейные эффекты).
- Будут реализованы и изучены новые структуры: волоконные брэгговские решётки с 3-мерной чувствительностью к внешним воздействиям и интерферометры, интегрированные с исследуемыми физическими и биохимическими объектами
- Будет создан и изучен ряд практически важных устройств фотоники: микролазеры, селекторы частоты и модового состава, управляемые нелинейные элементы, модуляторы и переключатели, интерферометры, химические и биохимические сенсоры, биомедицинские микро-приборы и микро-инструменты, интегрированные в оптоволокно.