

*О возможности применения оптоволоконных датчиков
для контроля температуры и деформации графитовых
колонн ядерного реактора РБМК-1000*

*О.В.Бутов, К.М.Голант, А.В.Ланин,
ИРЭ им.В.А.Котельникова РАН*

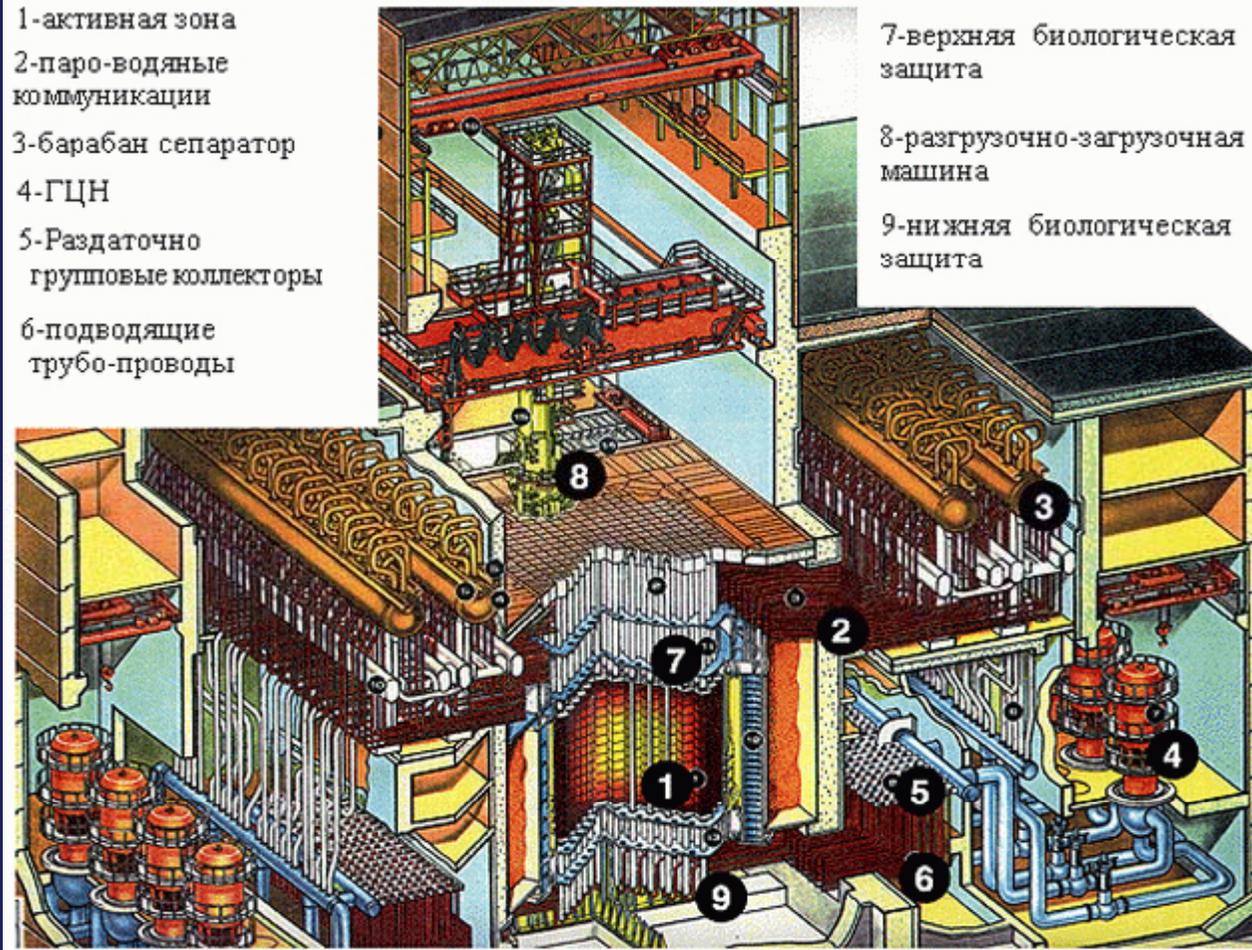
И.А.Шевцов, А.Федоров

ООО «Пролог»

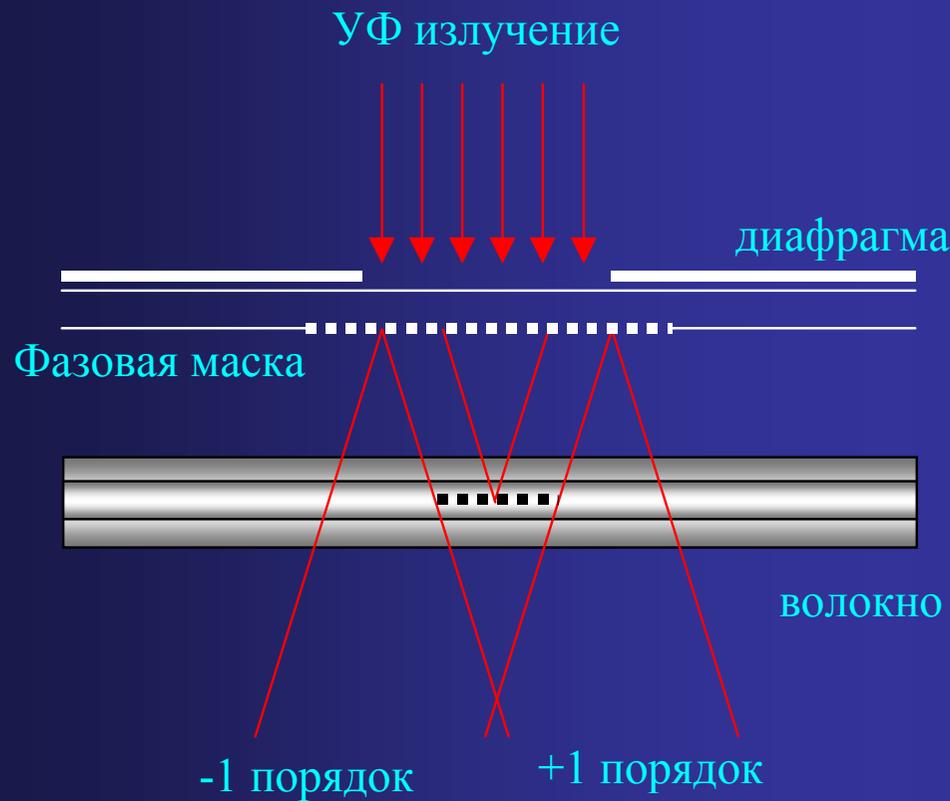
В.В.Шушлебин

ОАО «ИРМ»

Общий вид реактора РБМК



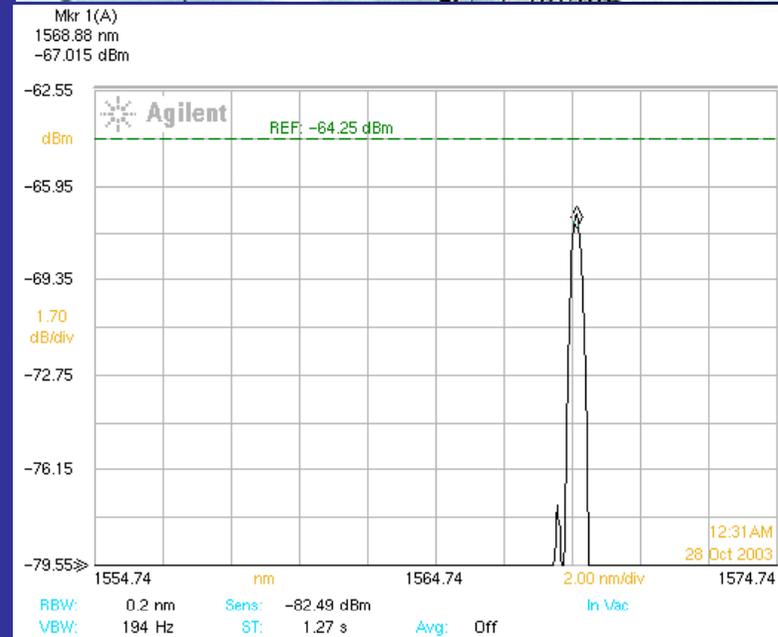
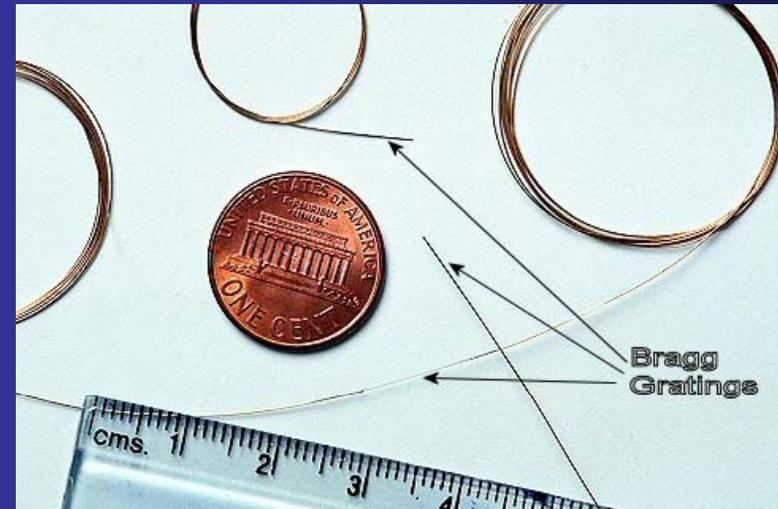
Датчики на брэгговских внутриволоконных решетках



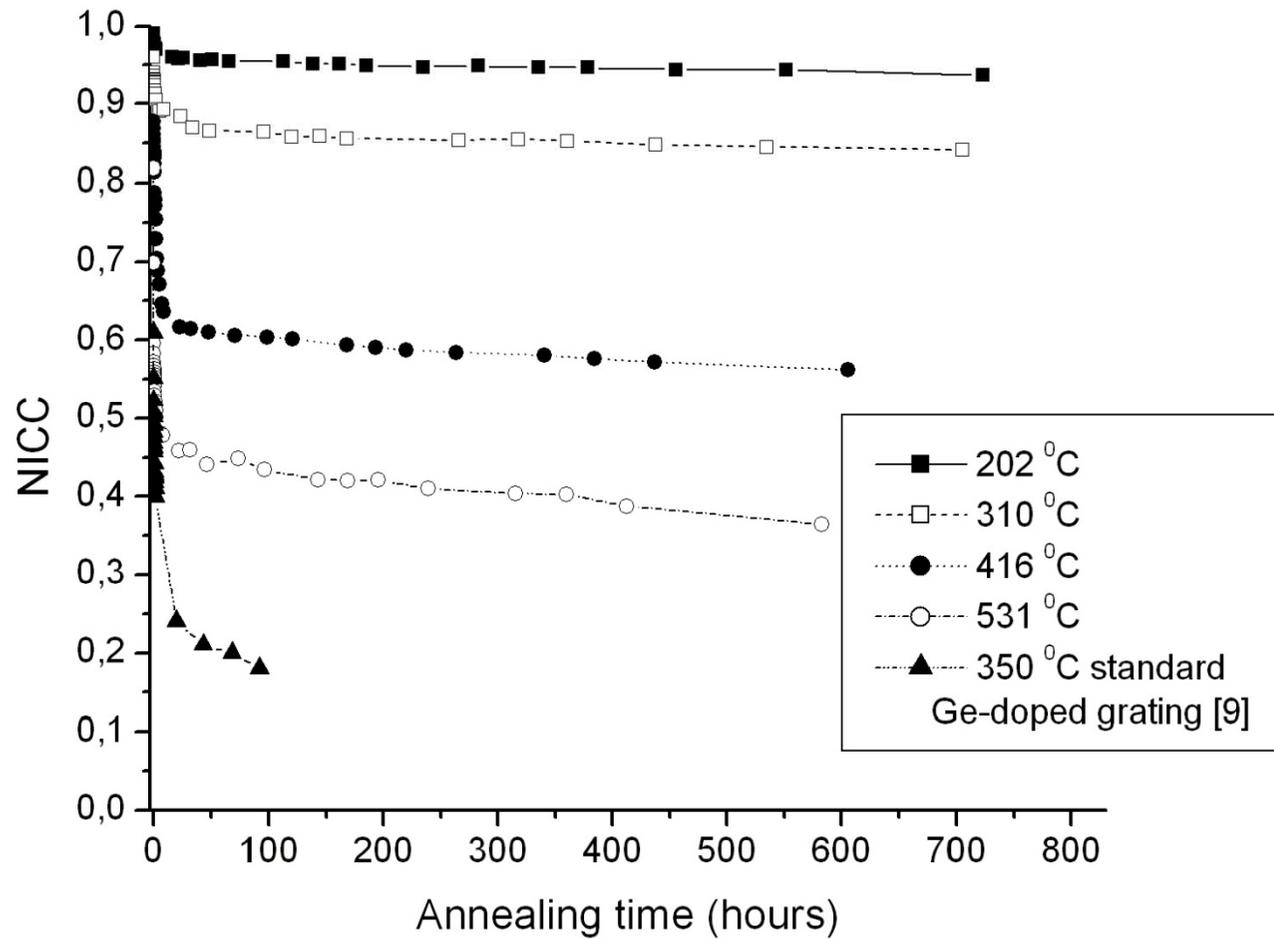
$$\lambda_B = 2 \Lambda n$$

ϵ t^0
 ↘ ↙

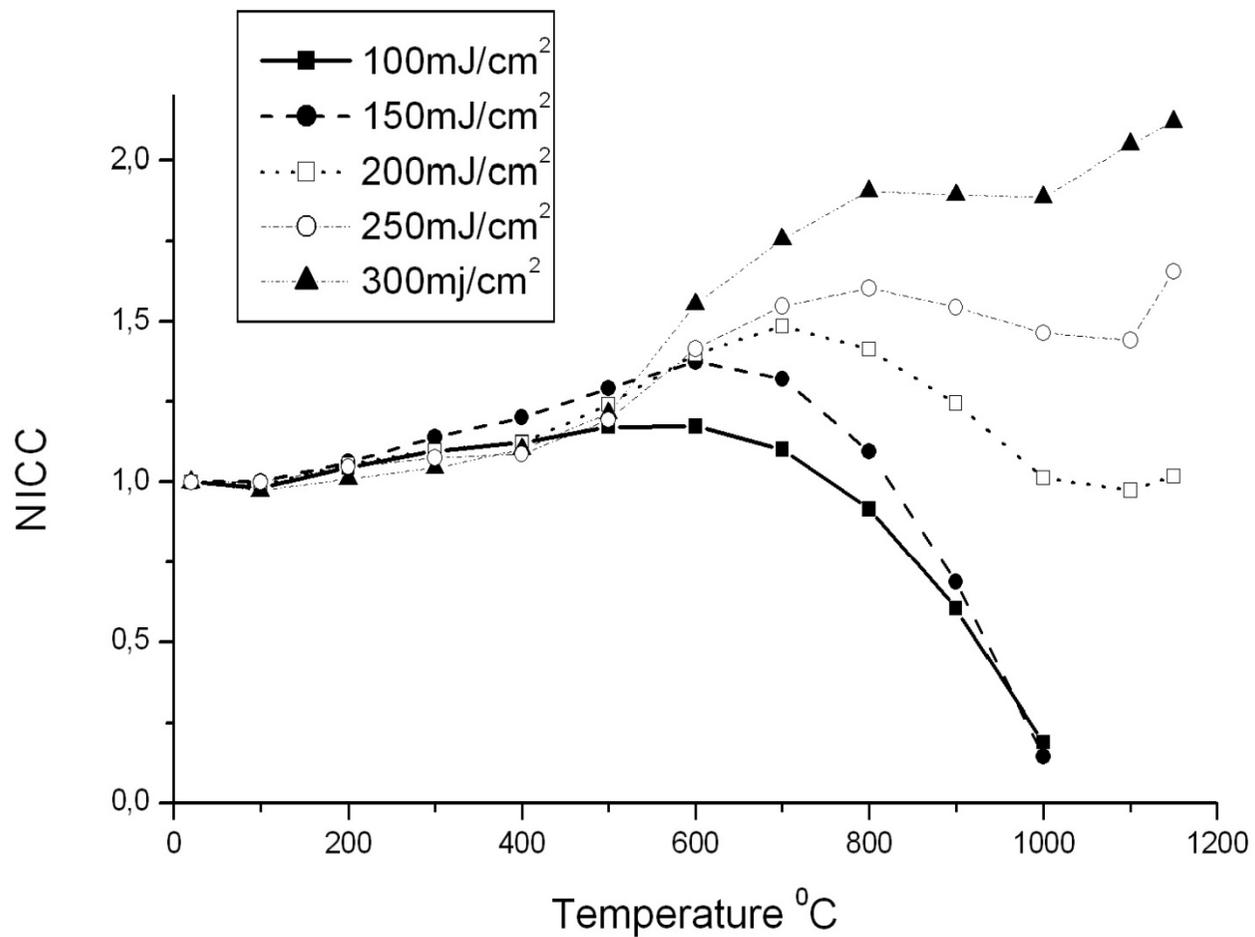
Λ - период решетки
 n - показатель преломления



Предпосылки для проведения работы



Предпосылки для проведения работы



Предпосылки для проведения работы

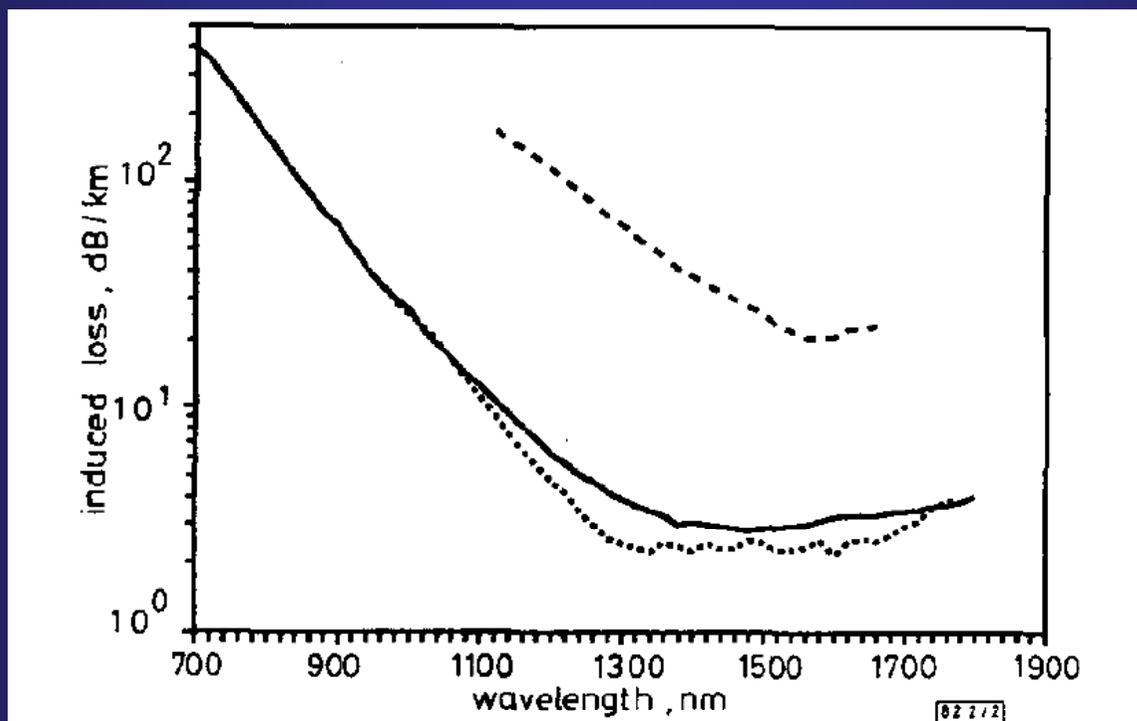
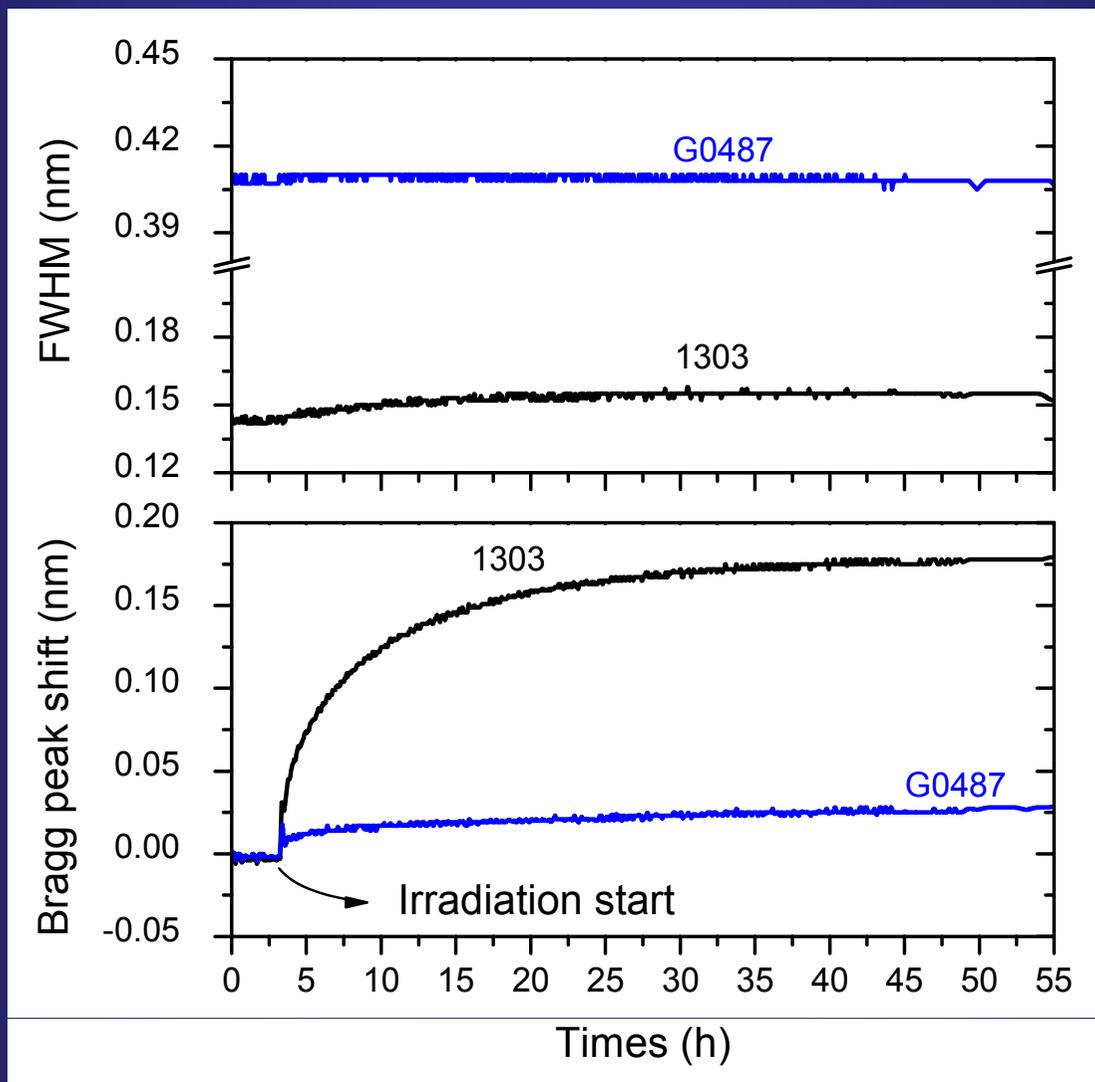


Fig. 2 Induced loss spectra in three different fibres γ -irradiated and tested under identical conditions

Dose = 10kGy. Dose rate \approx 10Gy/s

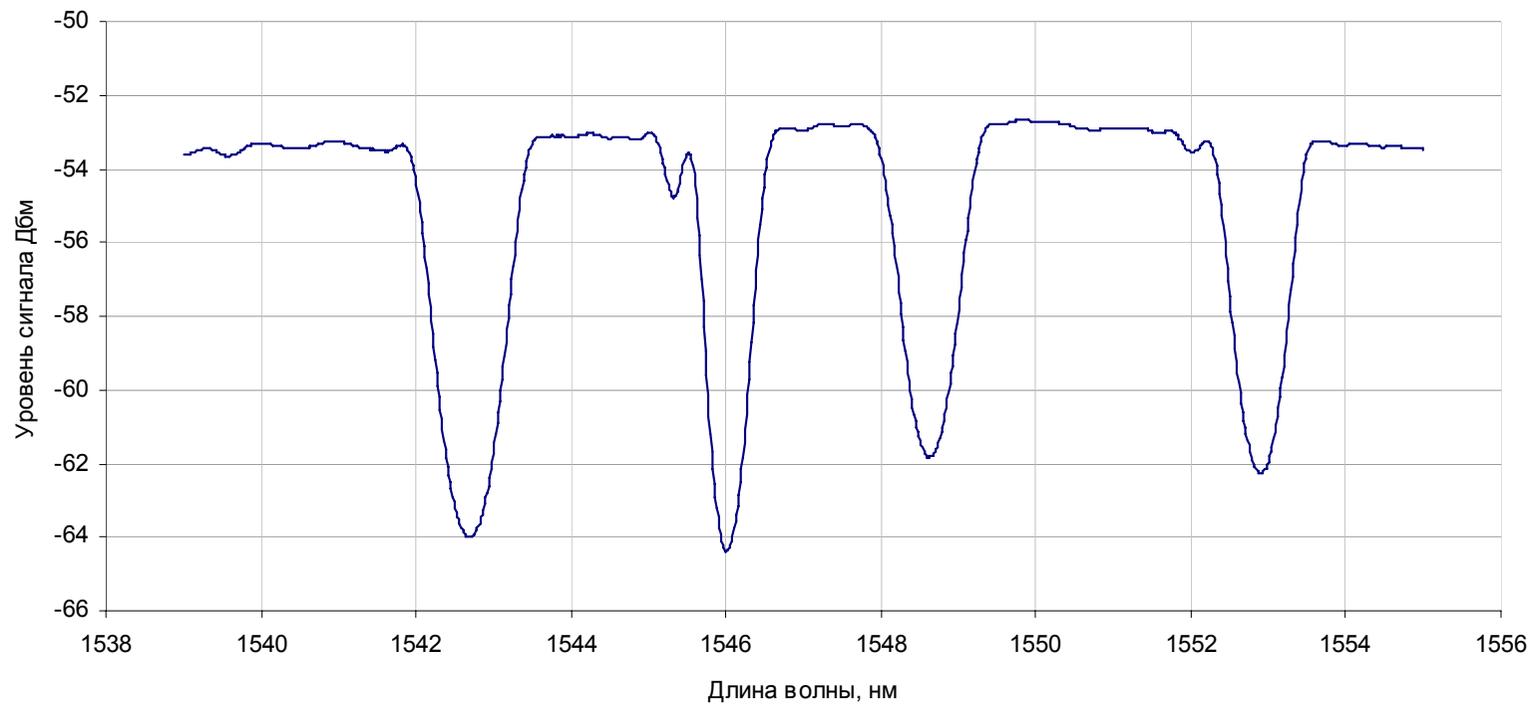
- fibre 1: MCVD single-mode Ge-doped silica core F-doped silica cladding fibre; GeO_2 content in core = 3.2mol%, F content in cladding = 1atm%, $\Delta n = 0.008$, OH-group content \approx ~0.2ppm [7]
- - - fibre 2: MCVD single-mode pure silica core F-doped silica cladding fibre; F content in cladding = 1atm%; $\Delta n = 0.0041$; OH-group content \approx ~0.5ppm [7]
- fibre 3: N-doped silica core fibre under investigation

Предпосылки для проведения работы



Типичный спектр линейки датчиков

Спектр поглощения макета датчика температуры с 4-мя решетками Брэгга



Результаты термических испытаний

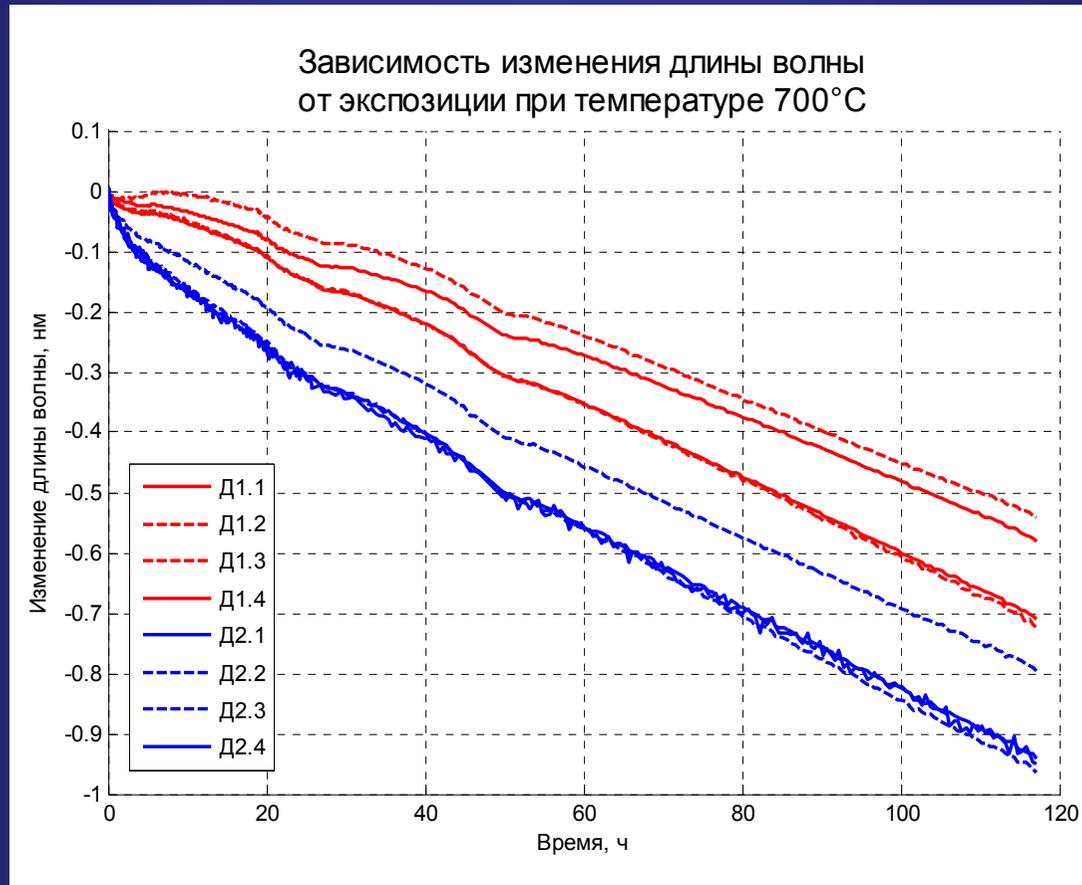
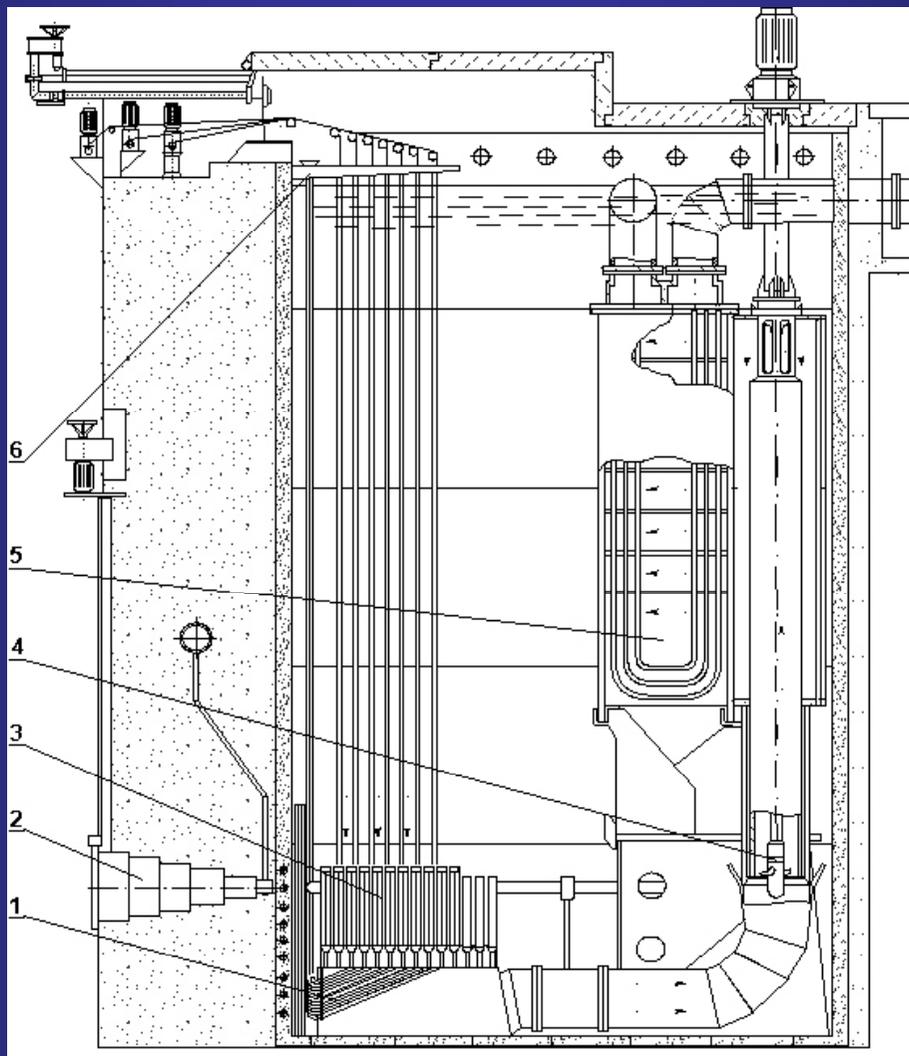
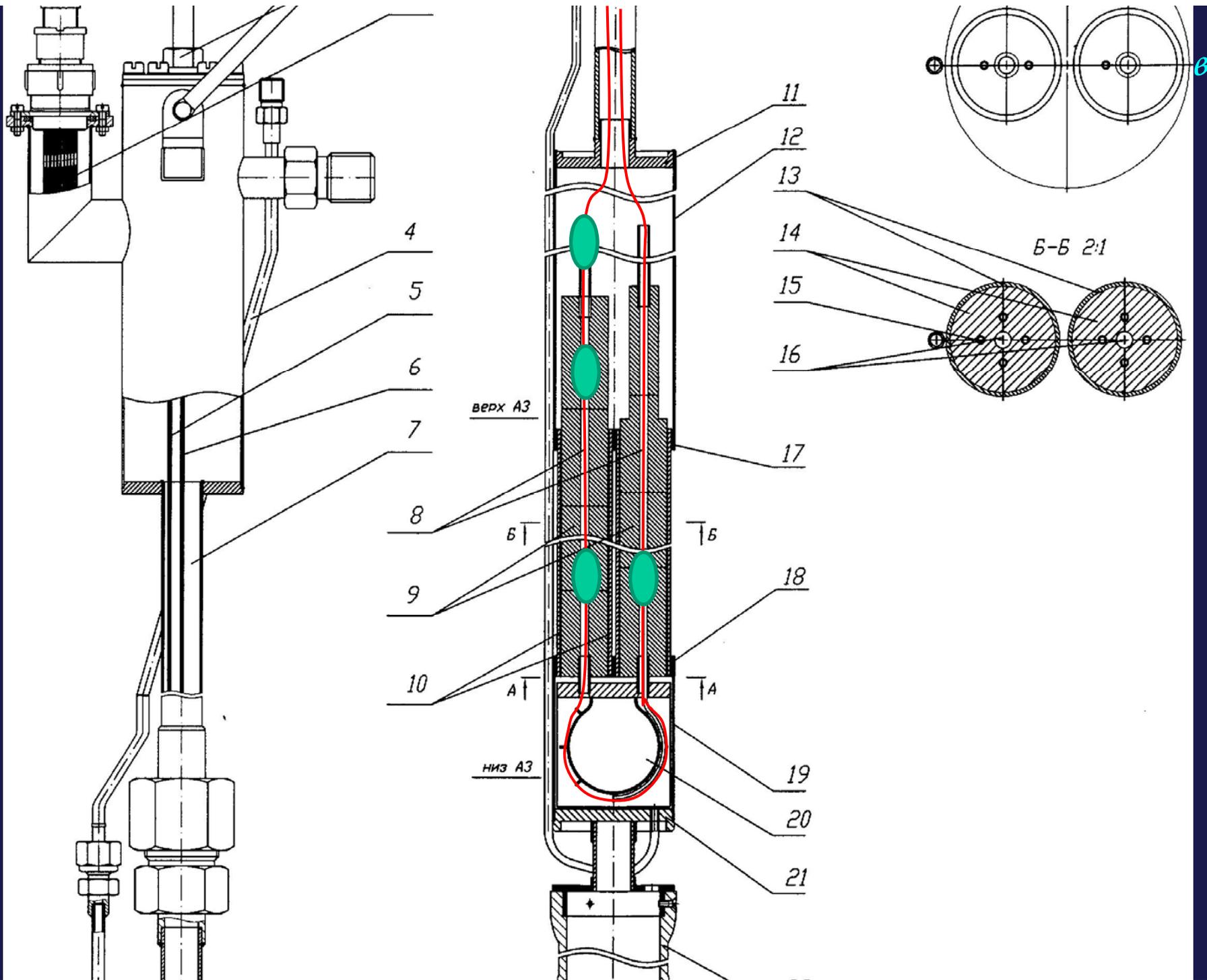


Схема реакторной установки ИЯР ИВВ-2М



- 1 – система контроля герметичности оболочек ТВЭЛ;
2 – горизонтальный экспериментальный канал; 3 – активная зона ИЯР ИВВ-2М;
4 – циркуляционный насос первого контура; 5 – теплообменник; 6 – площадка СУЗ



Параметры облучения образцов в центре активной зоны (АЗ)

Среднее значение плотности потока быстрых нейтронов ($E > 1$ МэВ) – 6.2×10^{13} н/см²/с

Среднее значение плотности потока фотонов – 9.2×10^{14} фотон/см²/с

Общая, поглощенная образцом, нейтронная доза – 3.4×10^7 Гр

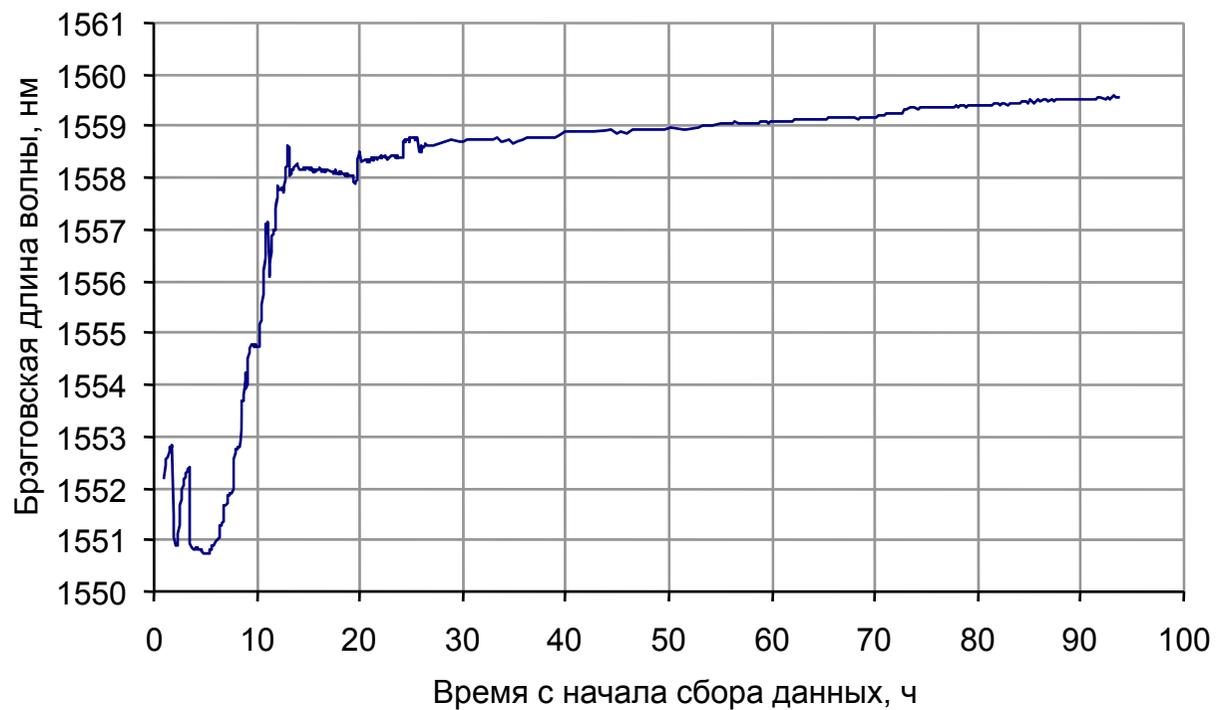
Общая, поглощенная образцом, доза гамма-излучения – 5.1×10^8 Гр

Температура образцов – 650 °С

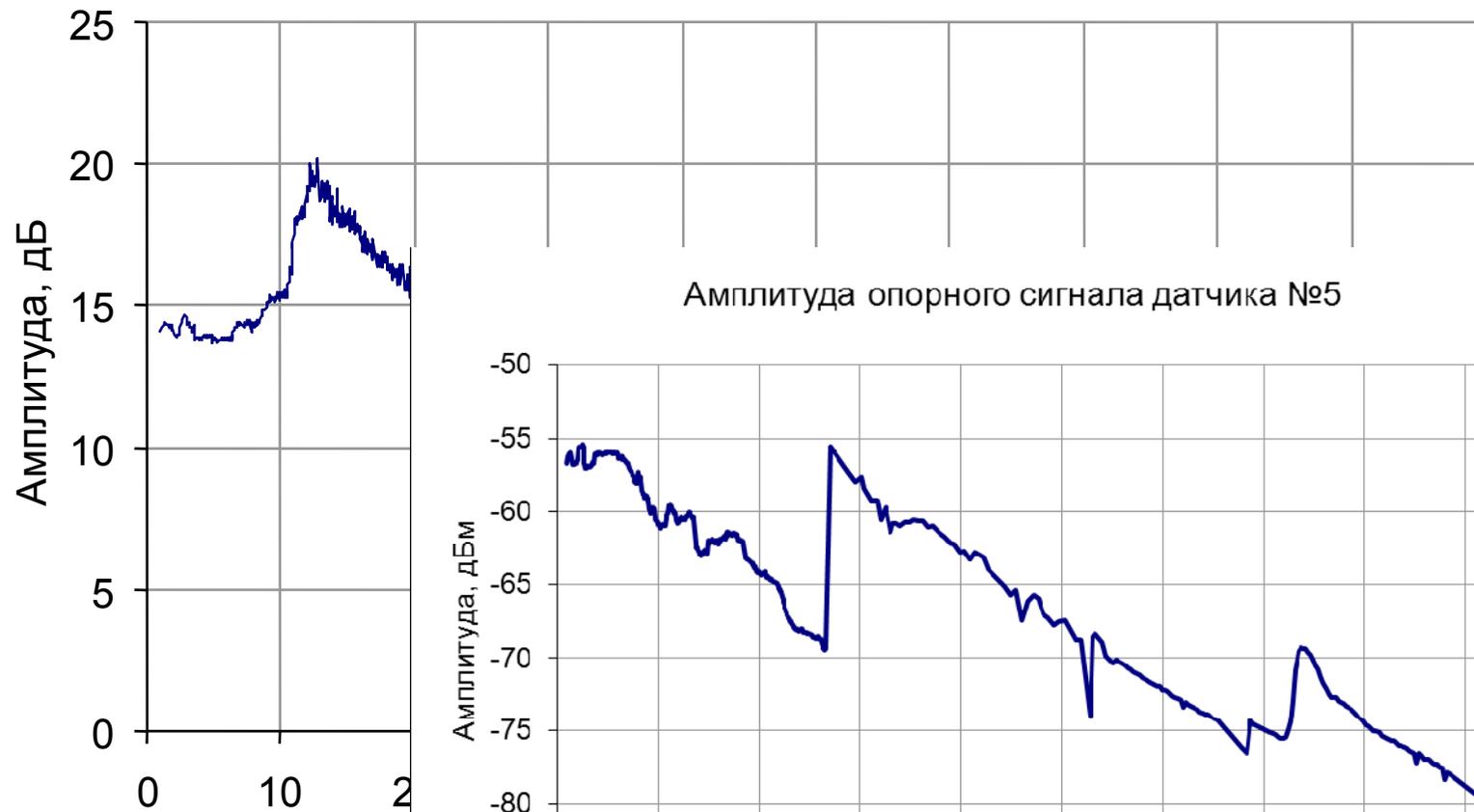
Рост температуры в местах размещения решеток Брэгга



Длина волны решетки №3 датчика №5



Амплитуда решетки №3 датчика №5



Амплитуда опорного сигнала датчика №5



*Продемонстрирована работоспособность по меньшей мере
в течение 80 часов*

Плотность потока нейтронов 6.21×10^{13} н/(см²·с)

Плотность гамма потока 9.2×10^{14} фотон/(см²·с)

2 года работы РБМК-1000 - 2.63×10^{20} н/см²

что соответствует 1200 часам работы на реакторе ИВВ-2м

Следовательно, при данных результатах датчики будут

Работоспособны в течение 1.5 месяцев на РБМК-1000

НО!..