Расчет плотности потока тепловых нейтронов в радиационной защите по программе *FRIGATE* с применением метода субмоделирования

Скобелев А.Н., Николаев А.А.







#### Постановка задачи

#### Проблемы расчетов радиационной защиты:

- большие объемы вычислительных мощностей;
- длительность расчета.

#### Вариант решения:

- DDL-схемы + полностью неоднородные трехмерные сетки (вычислительно эффективные и экономные модели);
- метод субмоделивания (точный расчет фрагмента полномасштабной модели с начальными ГУ).

#### Задача работы:

- определение эффективности использования метода субмоделирования в расчетах радиационной защиты МДО;
- верификация результатов расчета с Монте-Карло.

Демонстрационная задача — расчет условий работы ИК, размещенной в бетонной шахте радиационной защиты.





## Метод субмоделирования

Метод субмоделивания — двухзаходный метод выполнения расчета, при котором в процессе первого захода выполняются вычисления на материнской сетке, а в процессе второго захода выполняется расчет модифицированного фрагмента материнской сетки (субмодели), принимающего граничные условия от материнской сетки, и имеющего внутреннюю структуру сетки (пространственной и энергетической) более подробную, чем в материнской.

#### Предпосылки выгоды:

- ✓ сокращение общего времени вычислений;
- ✓ снижение требования к необходимым машинным ресурсам;
- ✓ получение необходимых расчётных данных без потерь в их методической точности.





#### Программный инструментарий

Frame for Reactor Integrated Groupwise

**Anisotropic Transport Evaluating** 

FRIGATE

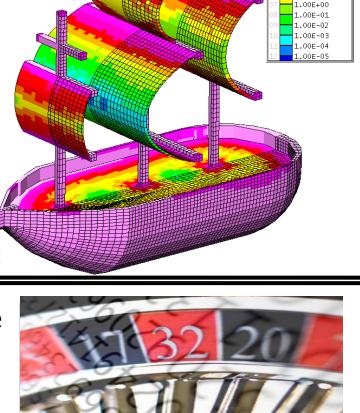
- ✓ DDL-схемы и LD-схемы МДО;
- ✓ неоднородные трехмерные сетки;
- ✓ произвольные S<sub>N</sub>-квадратуры;
- ✓ произвольная периодичность, отражение,

симметрия;

✓ субмоделирование по пространству и энергии

# Time Dependent Monte-Carlo Code TDMCC

- ✓ многоцелевой Монте-Карло код;
- ✓ точная геометрия;
- ✓ непрерывное слежение по энергии



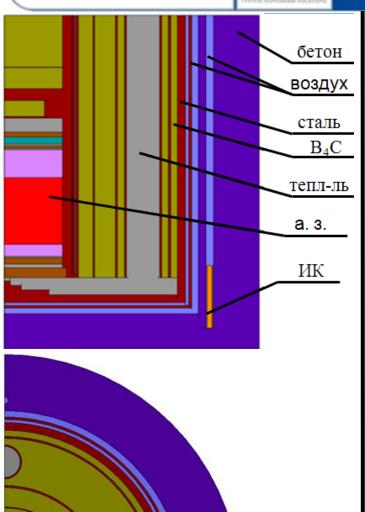


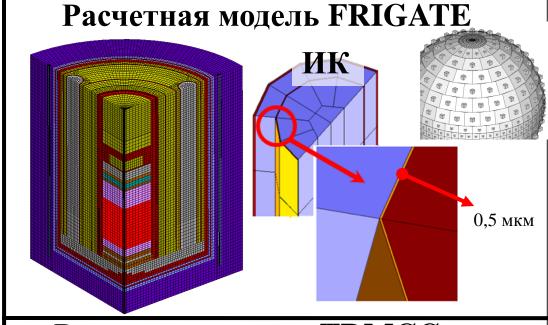
reflection



ИК

#### Модельная задача (слева) и расчетные модели (справа)



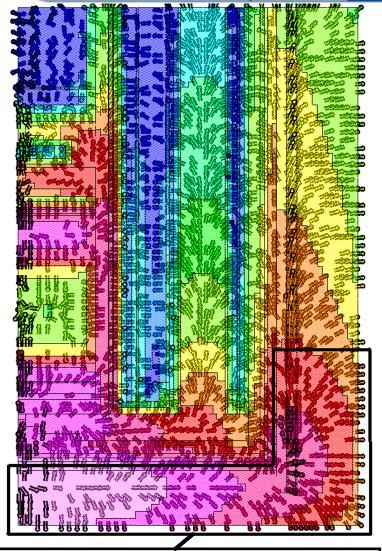




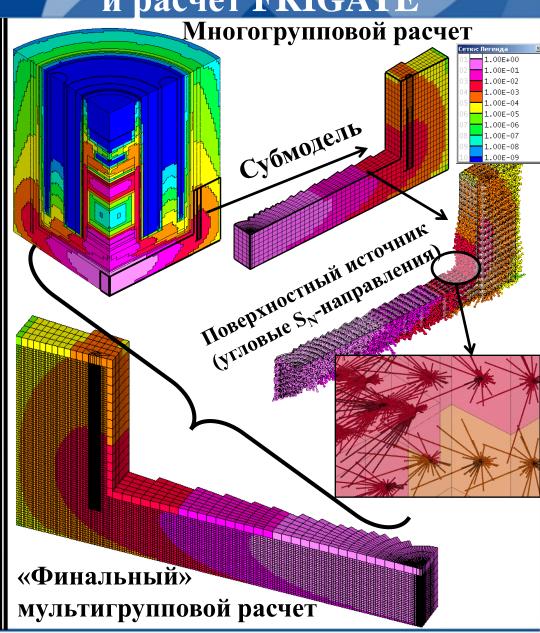




# Формирование субмодели и расчет FRIGATE



Область, требующая уточнения расчета по пространству и энергии







### Результаты

	FRIGATE (ENDF/B-VII.0)				
Функционал	материнская модель		субмодель		TDMCC
	30 групп	314 групп	30 групп	314 групп	(ENDF/B-VI.8) Аналоговый расчет, стат. погрешность $\approx 1 \%$
Время вычислений, ядер × час	60	1370	0,4	120	10000
Плотность потока тепловых нейтронов	9,3E+11	7,8E+11	9,3E+11	7,8E+11	6,0E+11
Количество реакций деления	1,9E+08	1,6E+08	1,9E+08	1,6E+08	1,3E+08







# Заключение

- 1. Разработана тестовая расчетная модель, направленная на получение условий работы ИК в радиацинной защите;
- 2. Выполнен расчет тестовой модели по программам FRIGATE (МДО + субмоделирование) и TDMCC (Монте-Карло);
- 3. Результаты расчетов:
- экономия машинного времени при использовании метода субмоделирования <u>10 раз</u>;
- согласие результатов расчета по FRIGATE и TDMCC  $\pm 25~\%$  (константно-методический характер) хороший результати при кратности ослабления  $10^5$





