



ОКБ  
ГИДРОПРЕСС  
РОСАТОМ

# Опыт применения локально уплотненных угловых квадратур в расчетах радиационной защиты $DS_N$ -методом в реакторных установках с интегральной компоновкой со свинцово-висмутовым теплоносителем

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»  
Нейтроника-2024

Тарасов Антон Юрьевич  
Инженер-конструктор 1 категории

# О проблеме переноса излучения сквозь неоднородности в радиационной защите



ОКБ  
ГИДРОПРЕСС  
РОСАТОМ

В настоящее время при расчетном обосновании радиационной защиты реакторных установок:

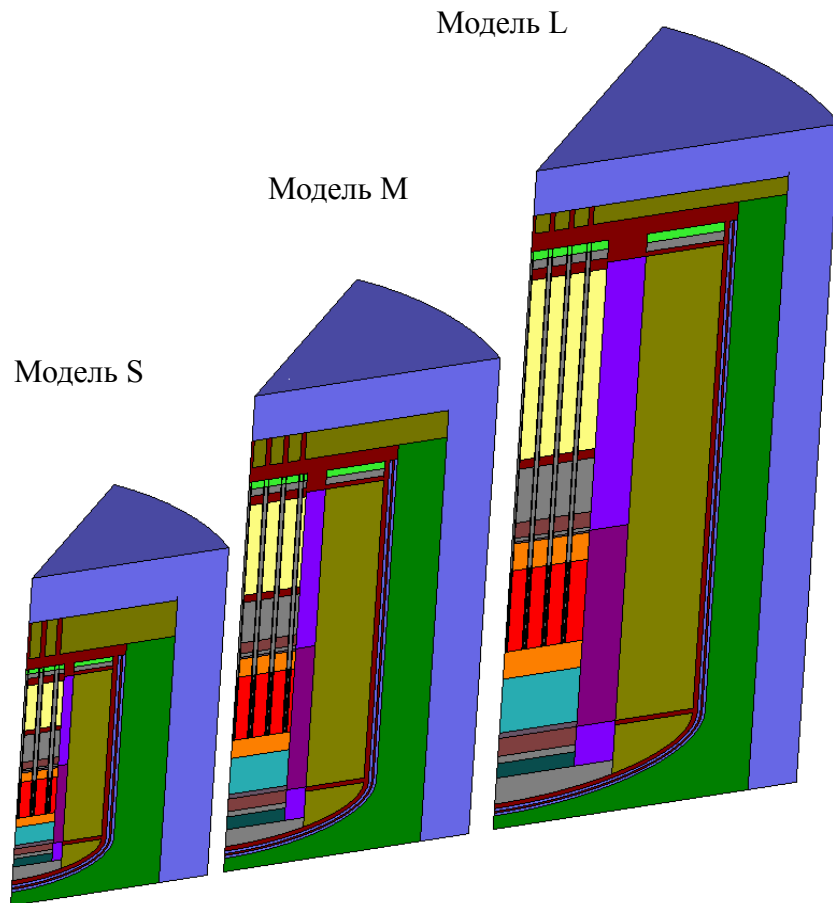
- типовым является использование квадратурного набора  $ES_{16}$ ;
- обоснование корректности решения проводится путем простого повышения порядка  $S_N$ -приближения до достижения асимптотического результата.

Данные подходы:

- ограничены в учете прострельного излучения по неоднородностям в радиационной защите;
- могут вводить в заблуждение полученными результатами в случае явления «псевдосходимости результатов».

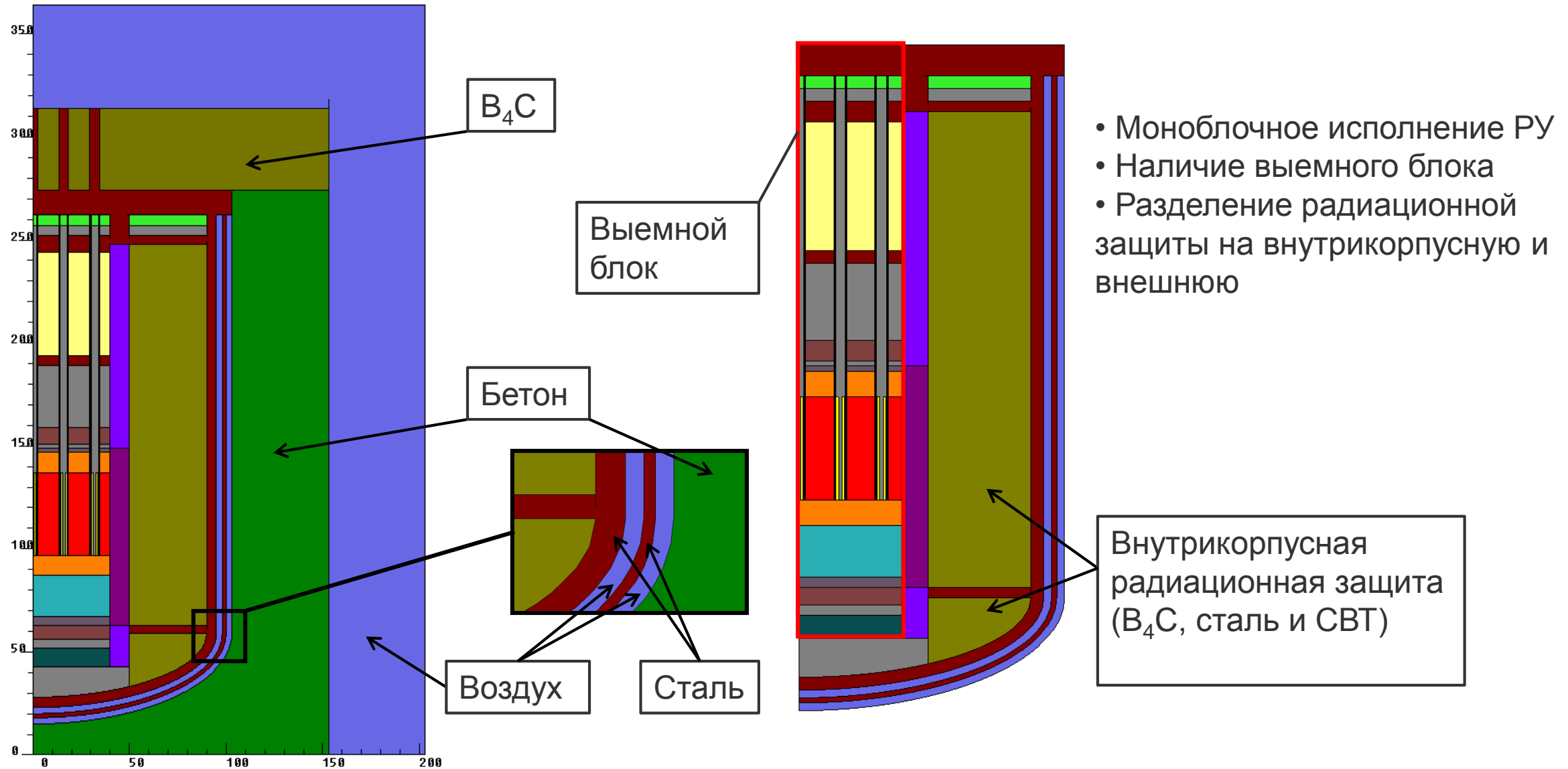
В настоящем докладе на примере расчета моделей типовых РУ с СВТ представлен подход применяемый в ОКБ «ГИДРОПРЕСС» с локальным уплотнением угловых квадратур для расчета переноса излучения по неоднородностям в радиационной защите

# Типовые расчетные модели РУ с СВТ



Размеры	Модель		
	S	M	L
Радиус активной зоны, см	40	60	80
Высота активной зоны, см	40	70	90
Радиус расчетной модели, см	203	253	313
Высота расчетной модели, см	364	529	732

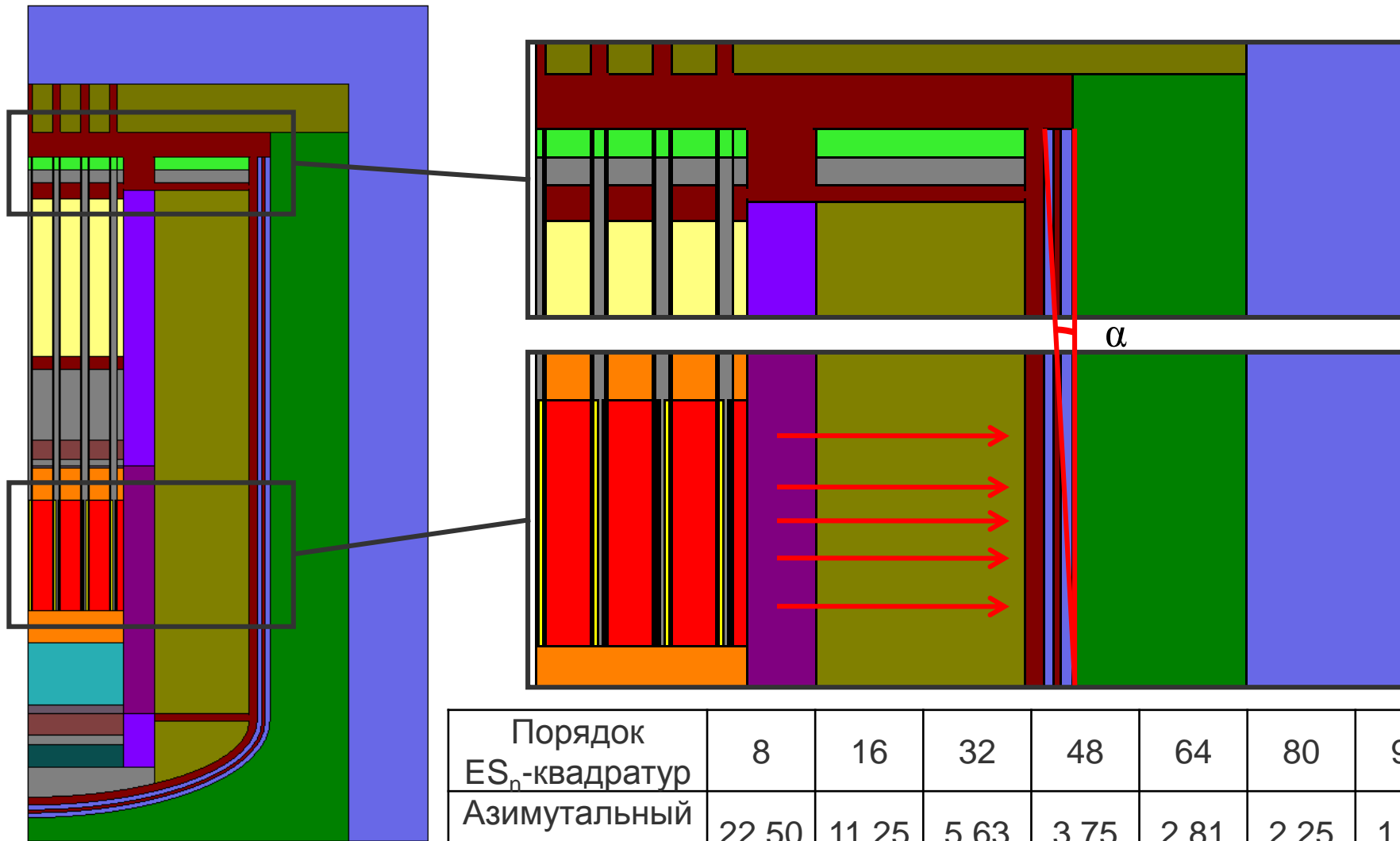
# Основные конструктивные особенности РУ с СВТ



# Распространение излучения от активной зоны



ОКБ  
ГИДРОПРЕСС  
РОСАТОМ



Модель	$\alpha$
S	2,77
M	1,59
L	1,03

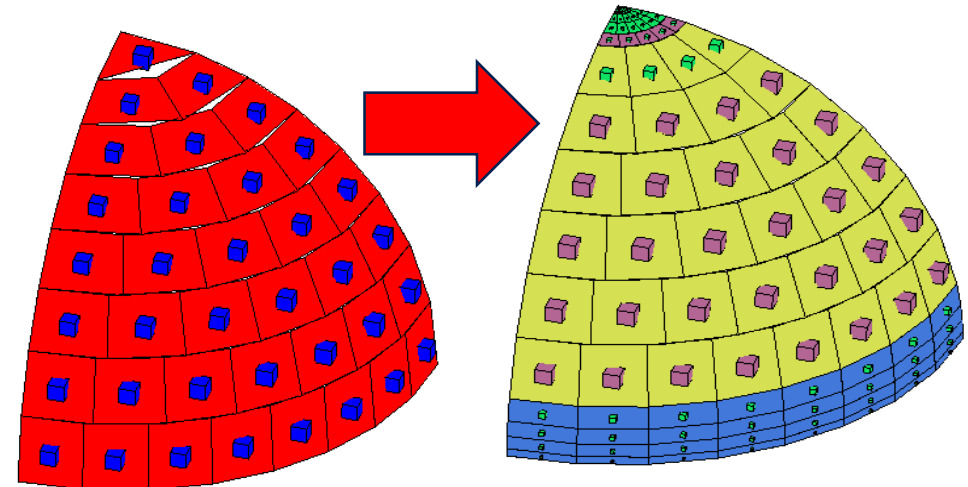
Порядок $ES_n$ -квadrатур	8	16	32	48	64	80	96	128	144	176
Азимутальный угол, градус	22,50	11,25	5,63	3,75	2,81	2,25	1,88	1,61	1,25	1,02

# Программные средства

Программа FRIGATE реализующая  $DS_N$  – метод дискретных ординат с библиотекой NP48/20 на основе оцененных ядерных данных ENDF/B-VI.8

$ES_{16}$		Квадратурный набор $S_{16+}$	
Азимутальный угол, градус	Количество узлов на октант сферы направлений, шт.	Азимутальный угол, градус	Количество узлов на октант сферы направлений, шт.
11,25	1	0,25	6
		0,50	6
		0,80	6
		1,00	6
		2,50	6
		5,00	6
		8,00	6
		11,25	5
22,50	5	22,50	4
33,75	3	33,75	4
45,00	4	45,00	5
56,25	5	56,25	6
67,50	6	67,50	7
78,75	7	78,75	8
90,00	8	83,00	8
		86,00	8
		88,50	8
		90,00	8

В программе FRIGATE реализован набор возможностей формирования специальных наборов квадратур с локальным уплотнением узлов



$ES_{16}$   
(288 направлений)

$S_{16}$  с локальным уплотнением узлов в направлениях в верх и вбок ( $S_{16+}$ ) (596 направлений)

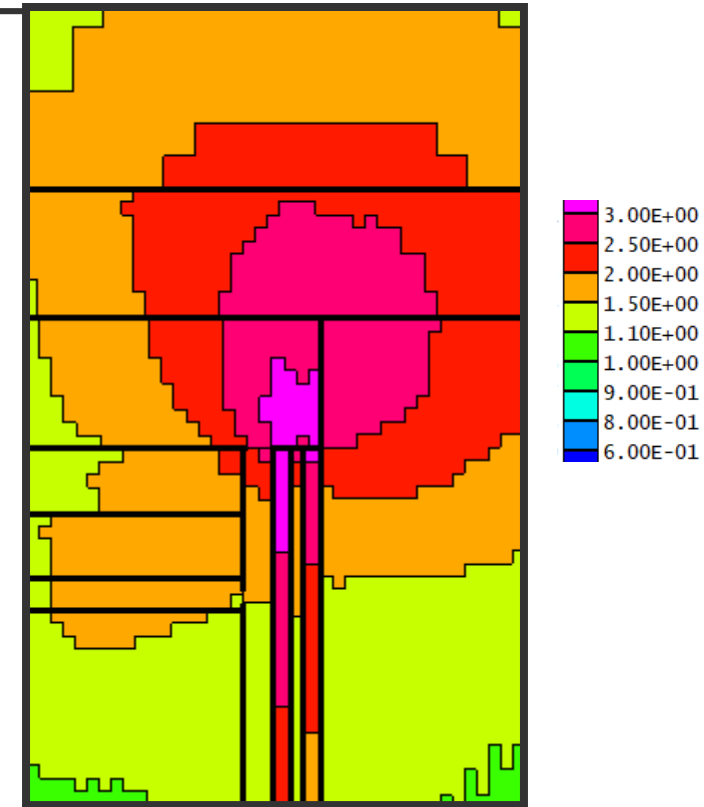
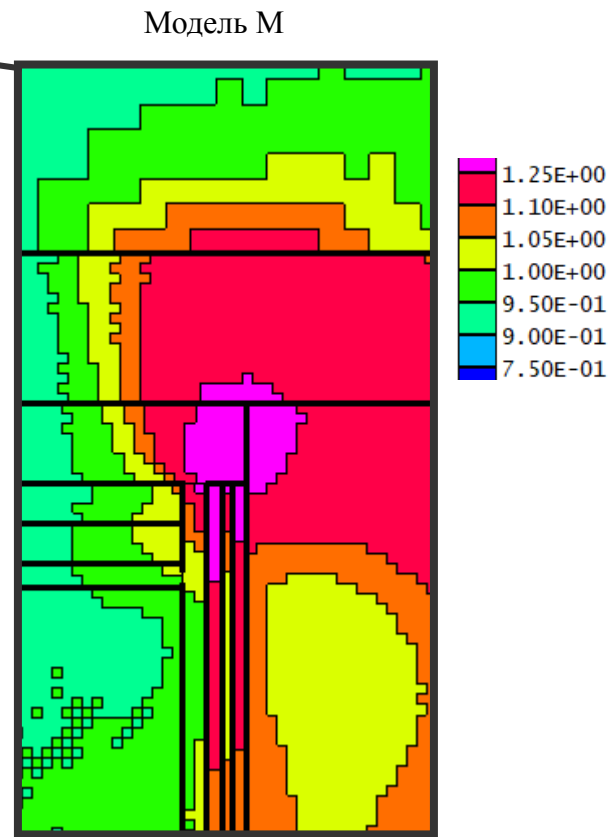
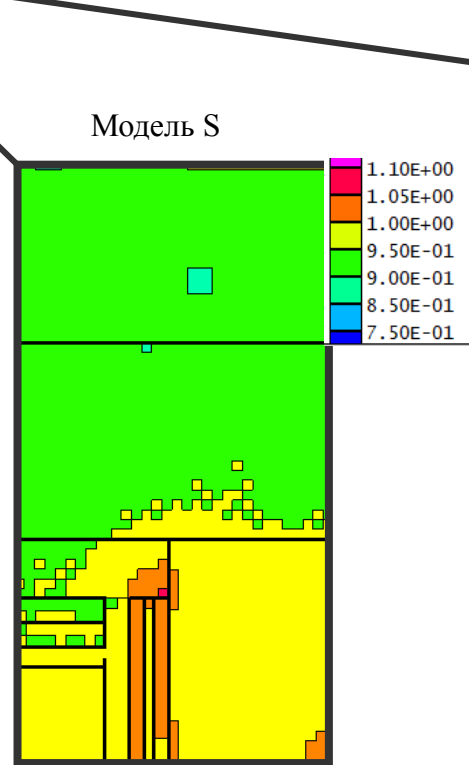
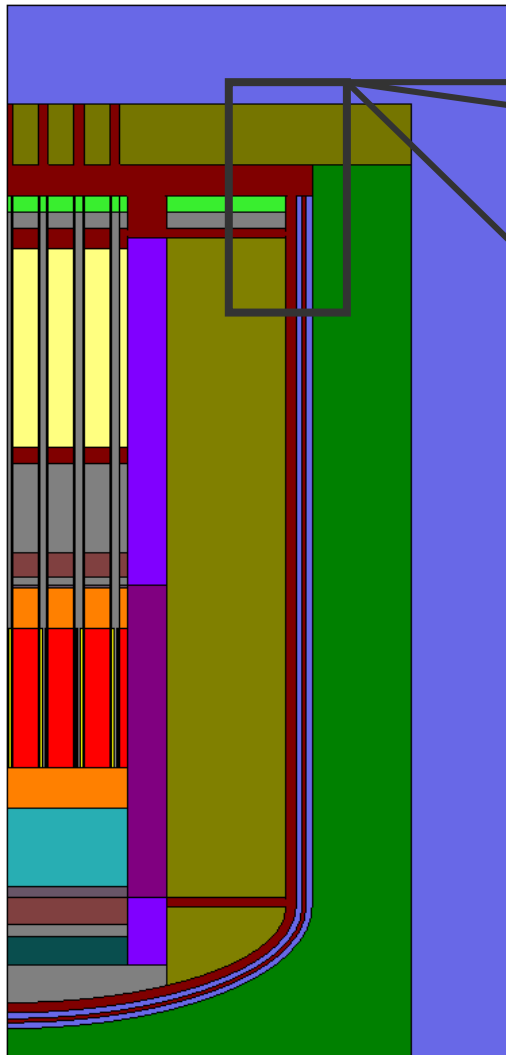
# Результаты расчета



ОКБ  
ГИДРОПРЕСС  
РОСАТОМ

Отношение результатов расчета плотности полного потока нейтронов для квадратного набора  $S_{16+}$  к  $S_{64}$

Модель L



# Результаты расчета

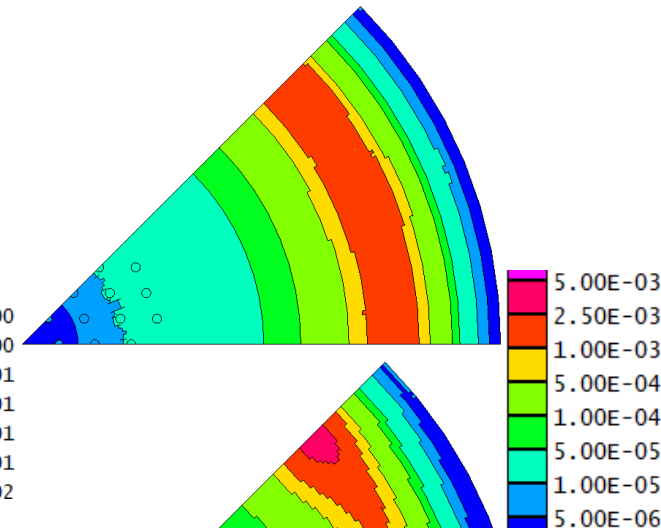
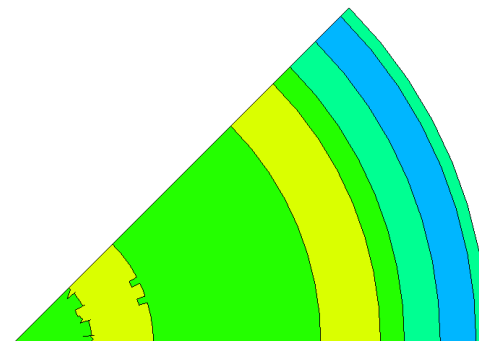
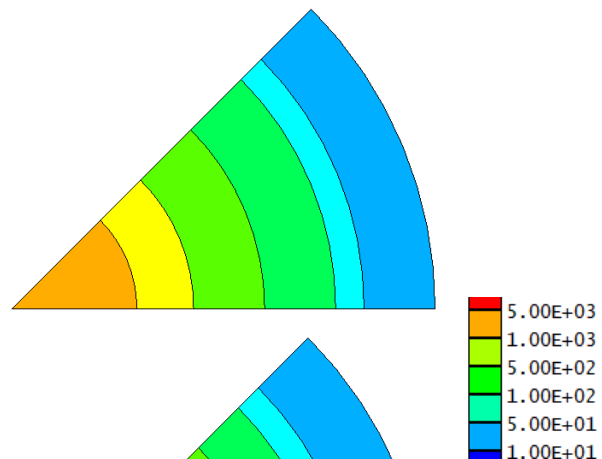
Плотность полного  
потока нейтронов

Модель S

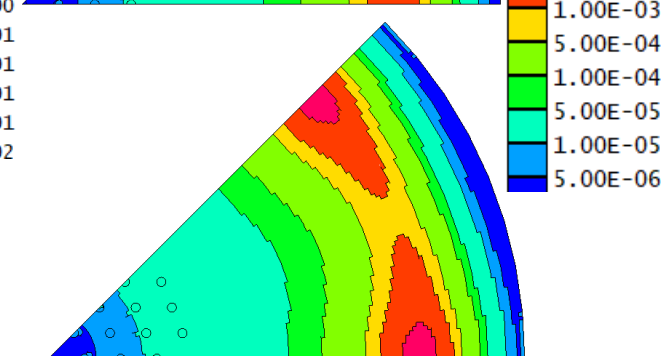
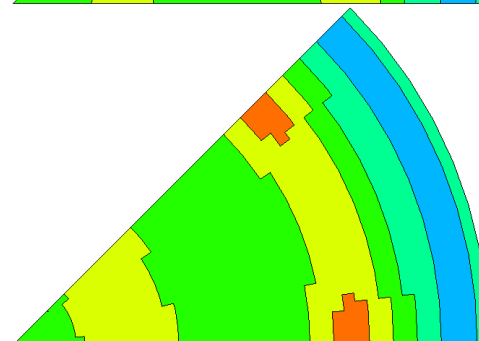
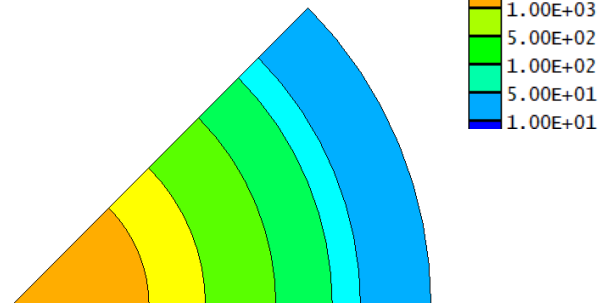
Модель M

Модель L

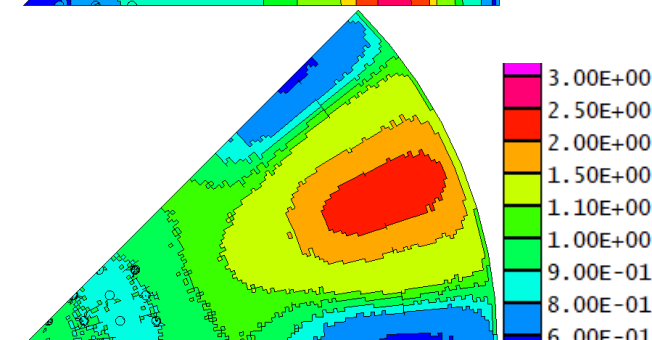
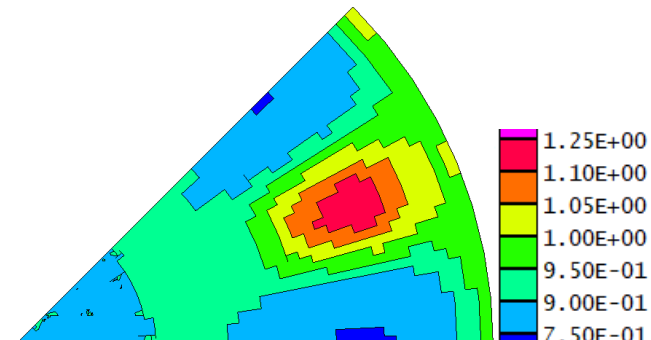
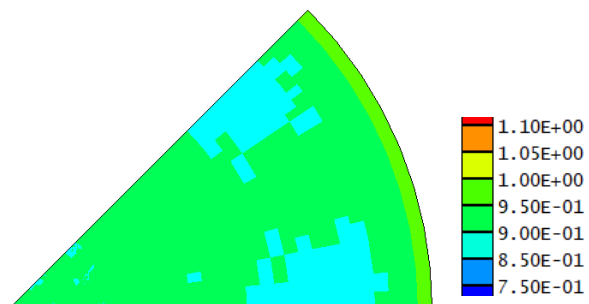
$S_{16+}$



$S_{64}$



Отношение  
 $S_{16+} / S_{64}$





# Заключение



1. Выполнен расчет трех типовых моделей РУ с СВТ;
2. Показан метод использования локального уплотнения угловых квадратур для расчета переноса излучения по неоднородностям в радиационной защите РУ с СВТ;
3. Продемонстрирована необходимость учета прострельного излучения по неоднородностям в радиационной защите

# Спасибо за внимание

Тарасов Антон Юрьевич  
Инженер-конструктор 1 категории

Тел.: +7 (495) 502 79 10, доб. 17-86  
[www.gidropress.podolsk.ru](http://www.gidropress.podolsk.ru)