



ГНЦ НИИАР

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Уточнения нейтронно-физической модели реактора СМ-3 для расчётов с использованием имитатора IMCOR_SM

Н. Ю. Марихин, М. Ф. Валишин

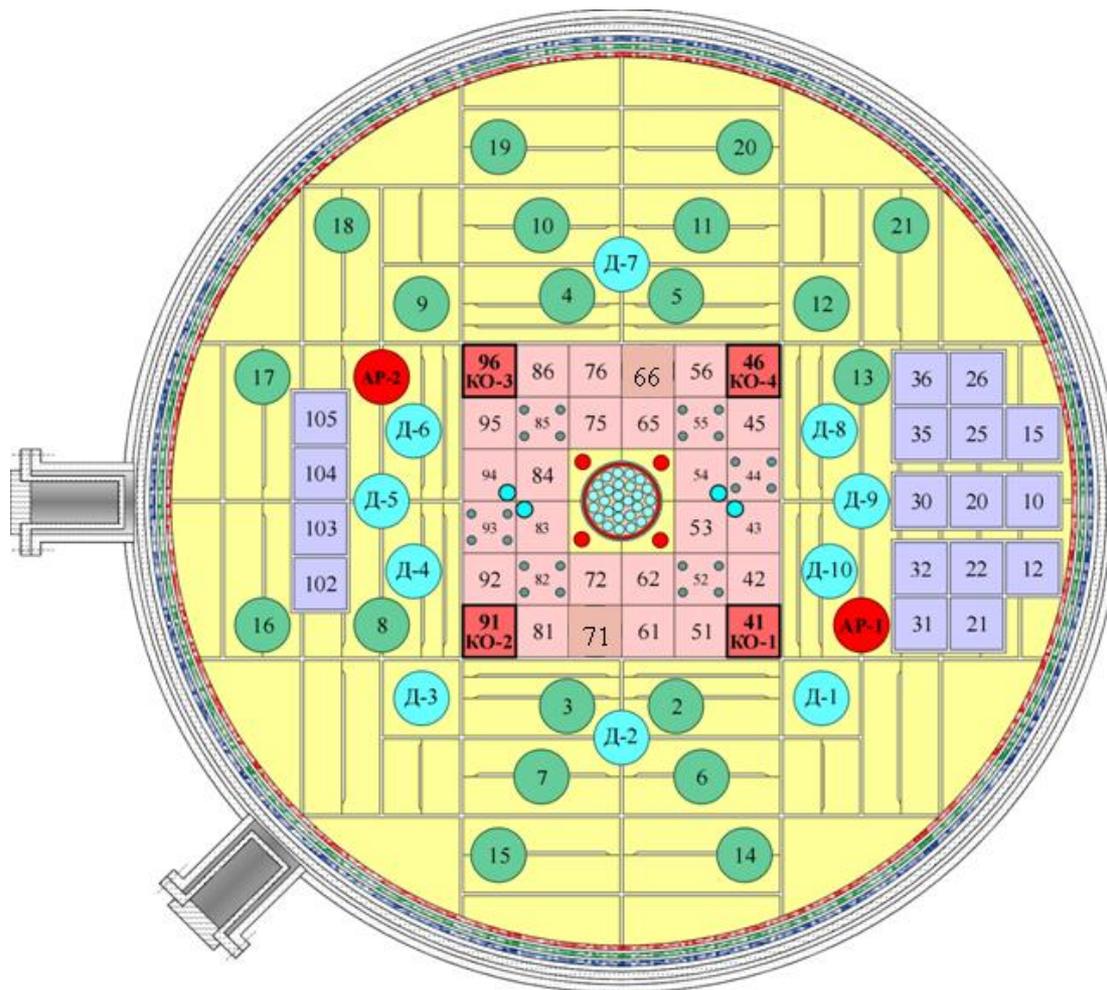


При расчётном сопровождении эксплуатации ядерных реакторов наиболее востребованными являются расчёты по прецизионным программам на основе подробных моделей активной зоны, позволяющие предсказать характеристики предстоящей кампании реактора или рассчитать условия облучения в нём материалов. Особую важность подобные расчёты приобретают при обосновании модернизации реактора или загрузке новых облучательных устройств. При небольших изменениях в компоновке активной зоной можно на основе эксплуатационных данных оценить величину систематической ошибки расчётной модели, возникающей из-за упрощений при описании активной зоны, и в дальнейшем делать соответствующую поправку.

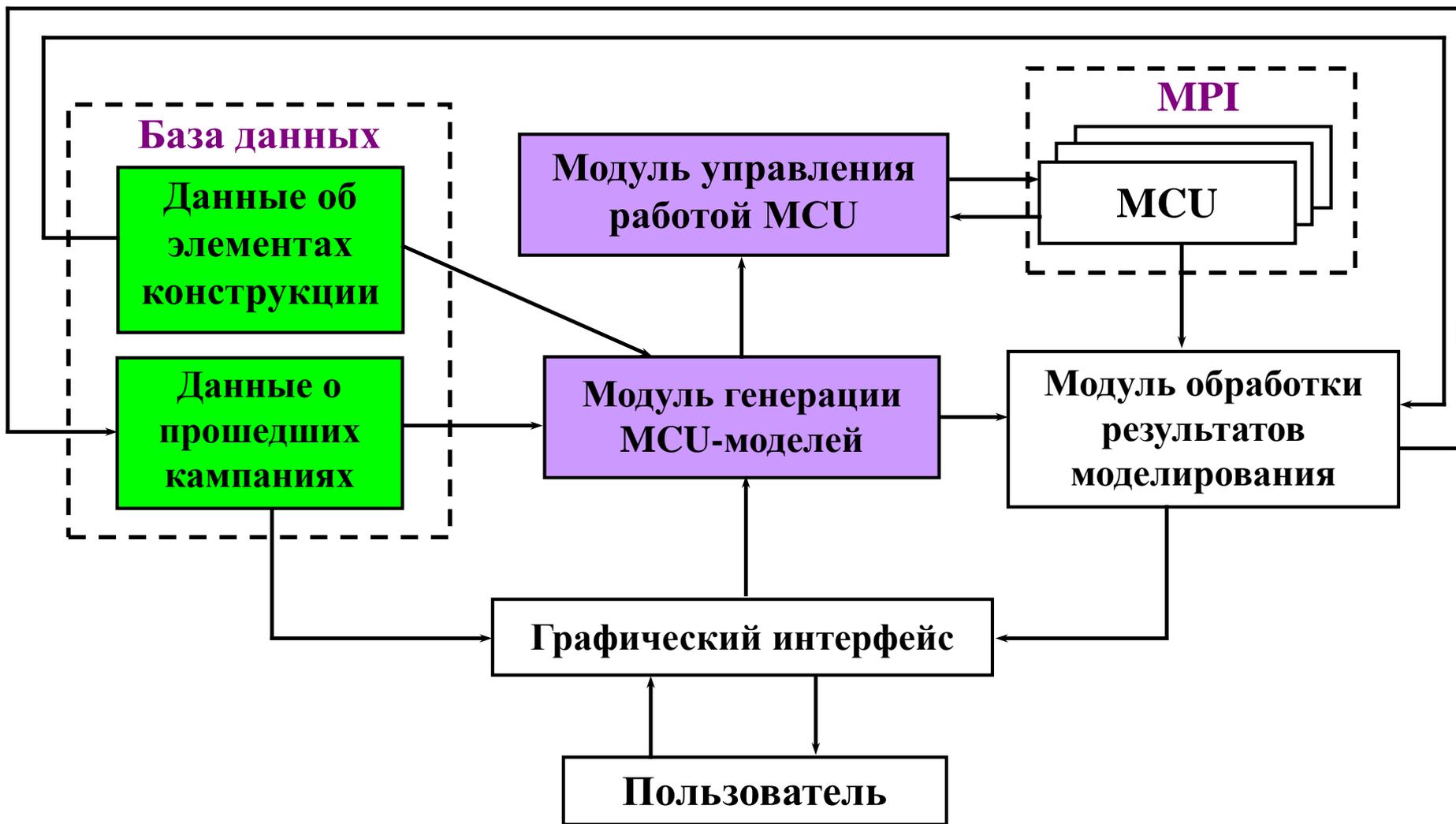
Когда же происходят существенные изменения в активной зоне, например при модернизации реактора, к таким поправкам уже нельзя прибегать, поскольку подобный подход может привести к появлению дополнительной неопределённости в расчётах. В связи с тем, что нейтронно-физические расчёты при проведении данных работ являются наиболее ответственными, уточнение расчётных моделей и нахождение источников систематической неопределённости имеет большое практическое значение.

**Уточнение базовой расчётной модели реактора СМ-3,
предназначенной для имитатора IMCOR_SM .**

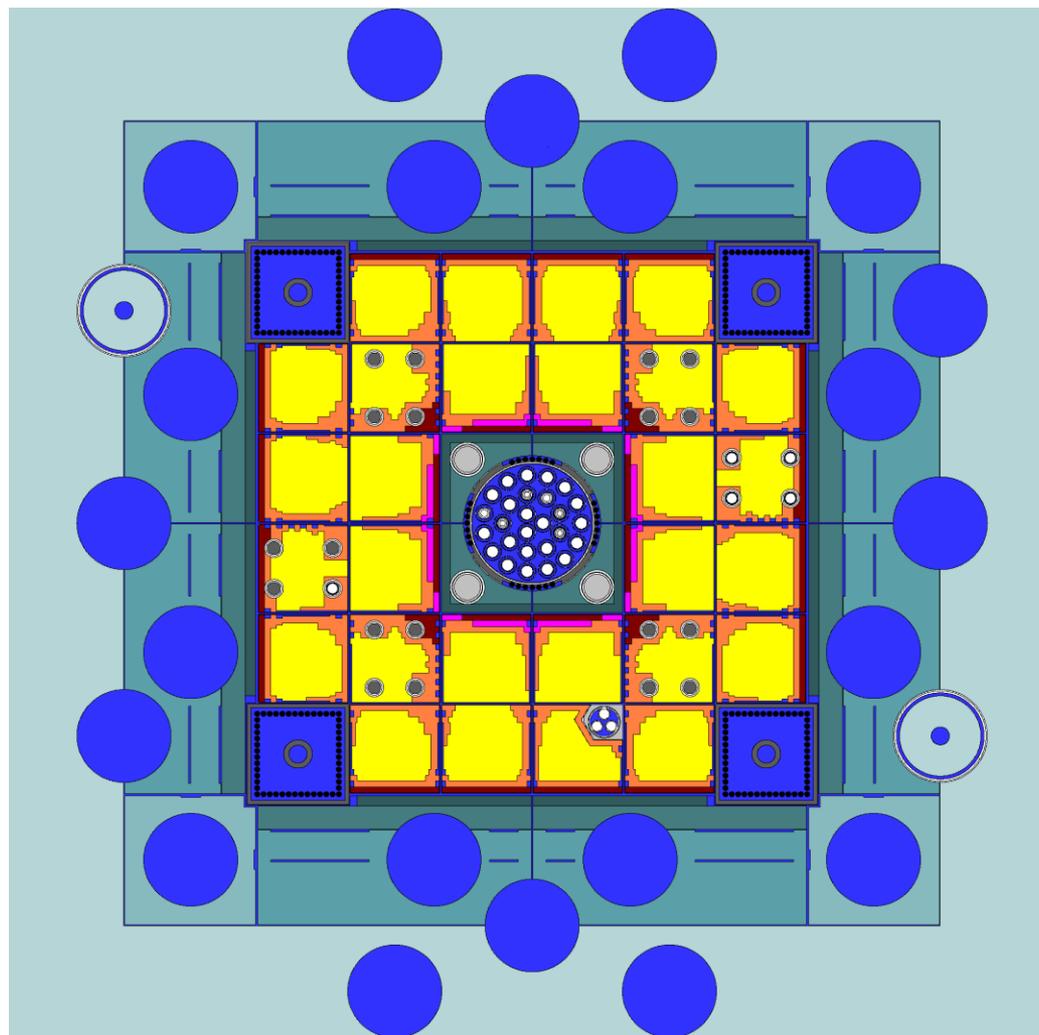
Картограмма активной зоны реактора СМ-3



Структурно-функциональная схема имитатора активной зоны



Базовая расчётная модель активной зоны реактора СМ-3 до внесения в неё уточнений

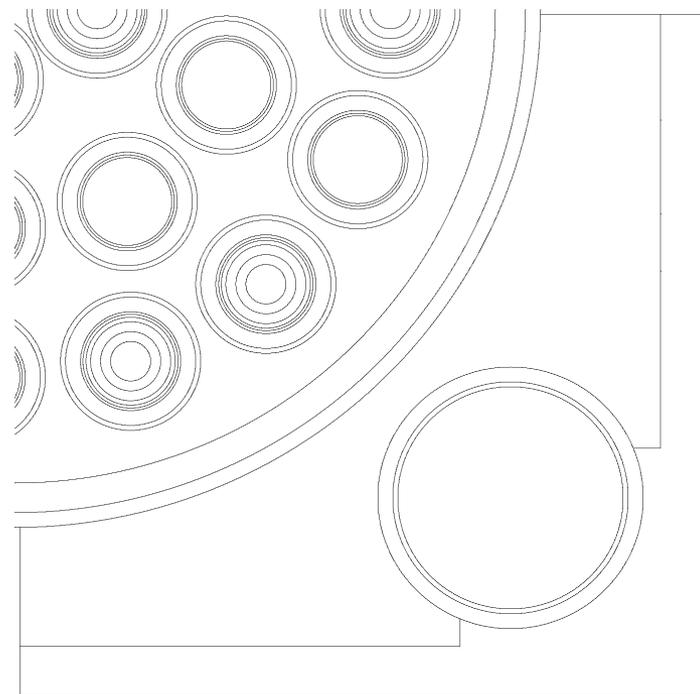
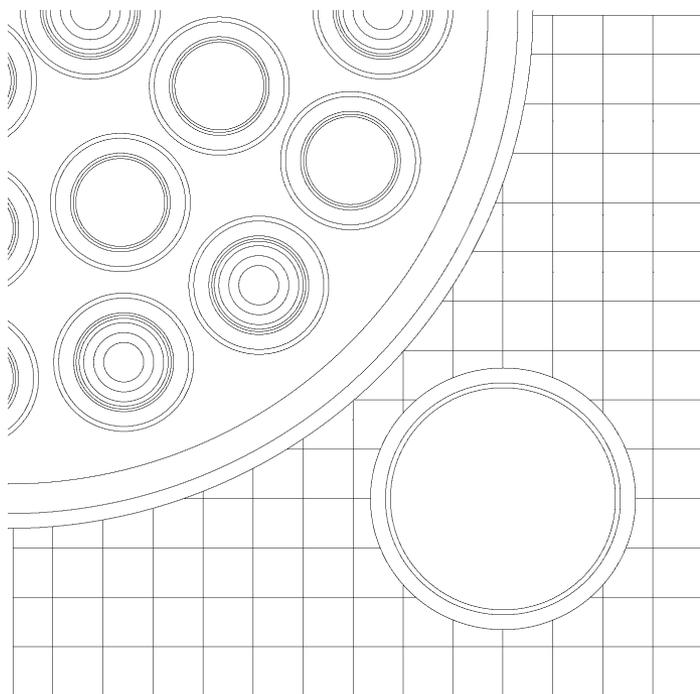


Уточнение способа разбиения бериллиевых вкладышей в модели

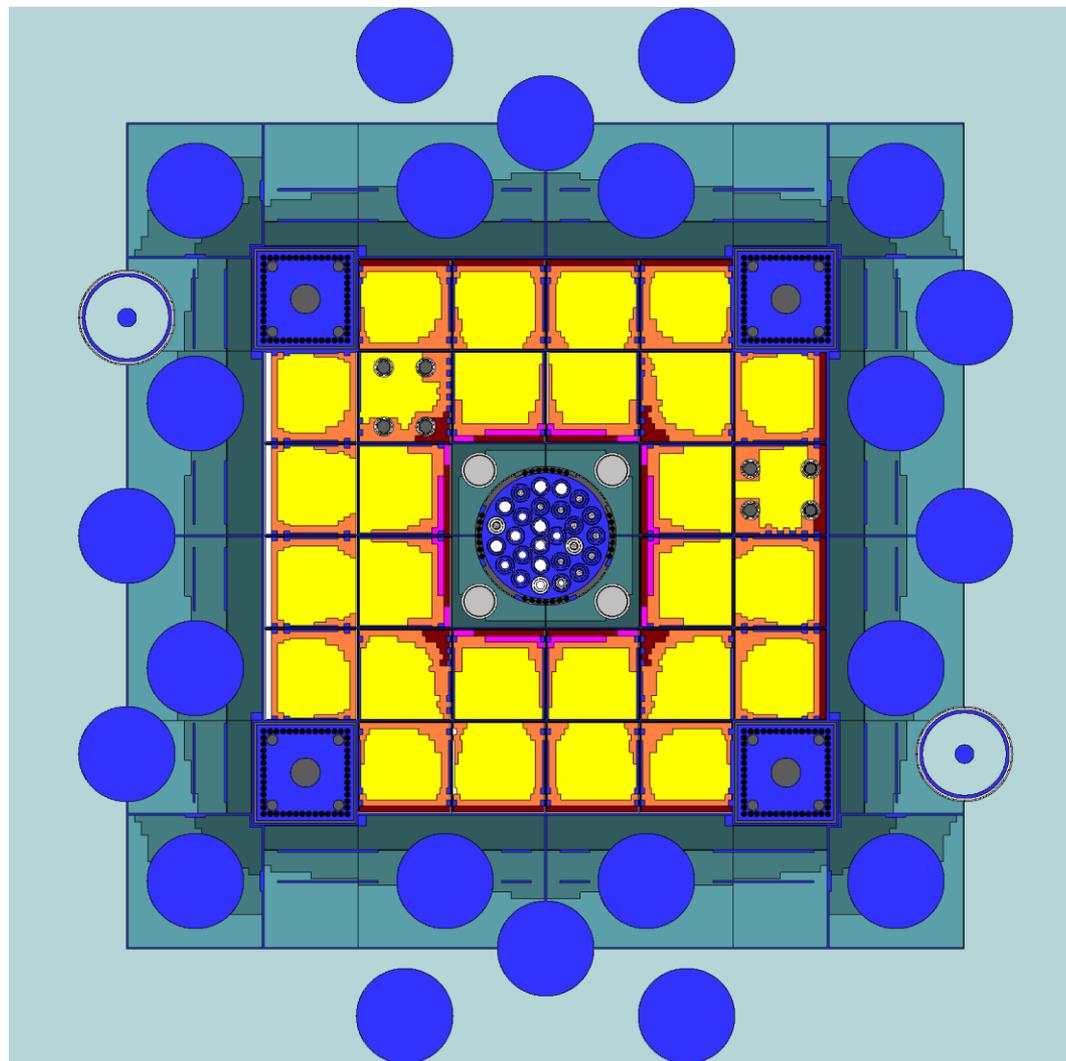
$$\frac{\Delta k}{k^2} = \frac{\int \left[-\Delta D (\nabla \phi)^2 + \left\{ \frac{\Delta(\nu \Sigma_f)}{k} - \Delta \Sigma_a \right\} \phi^2 \right] dV}{\int \nu \Sigma_f \phi^2 dV}$$

$$\frac{\Delta k}{k^2} = \frac{\int \Delta \Sigma_a \phi^2 dV}{\int \nu \Sigma_f \phi^2 dV}$$

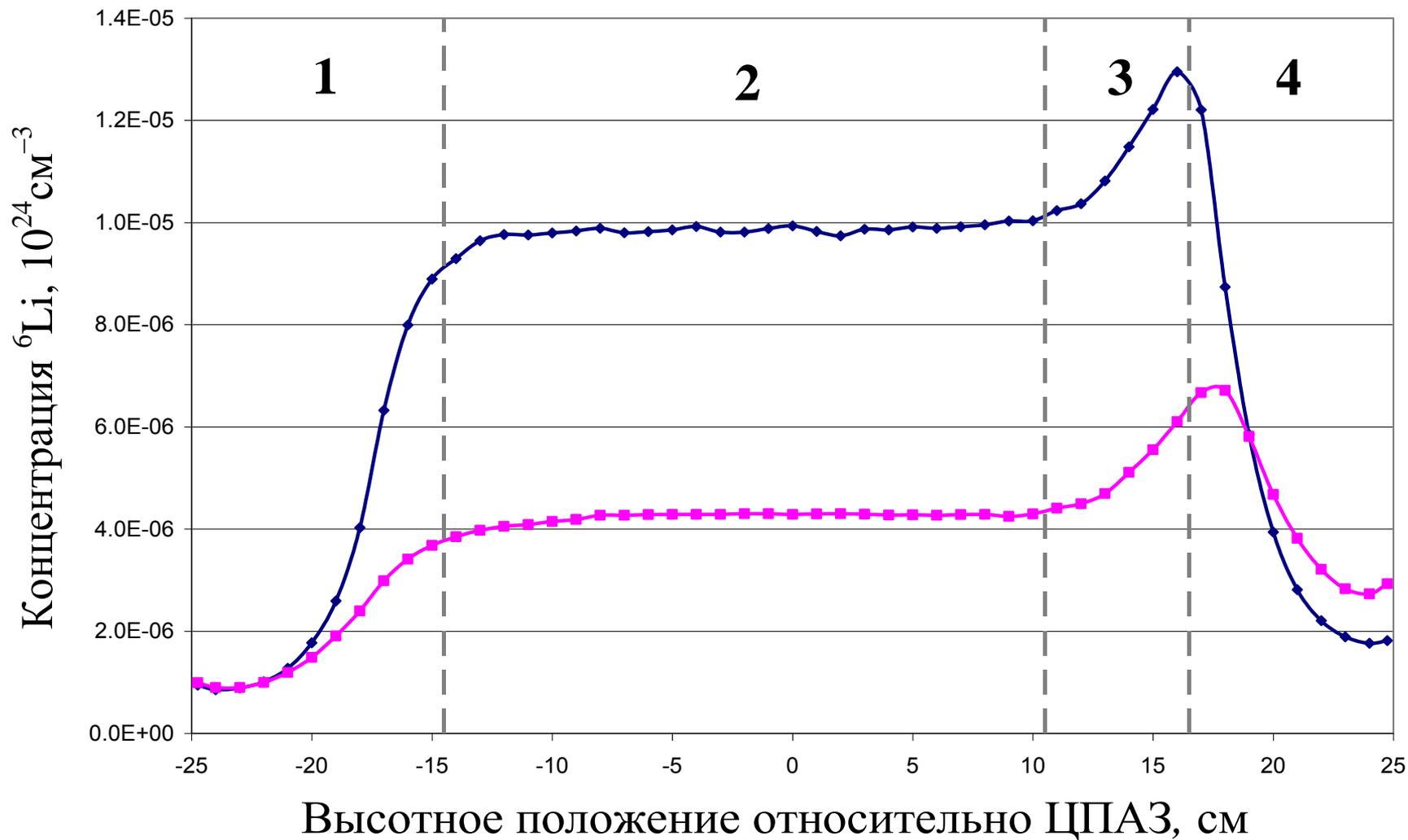
Разбиения центральных бериллиевых вкладышей



Уточнённое поперечное разбиение бериллиевых вкладышей



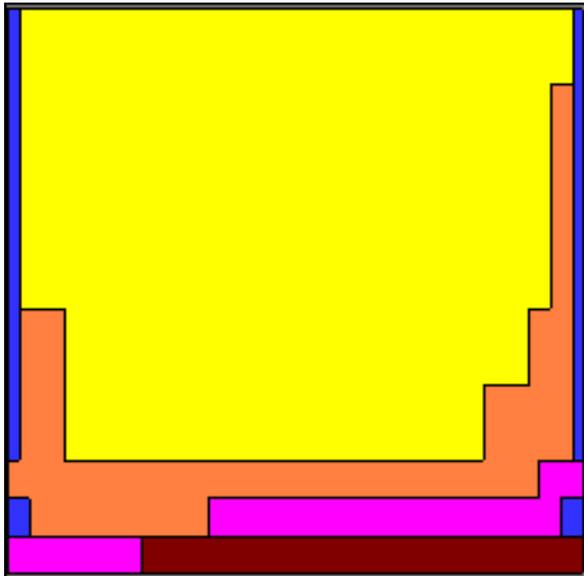
Разбиение бериллиевых вкладышей по высоте



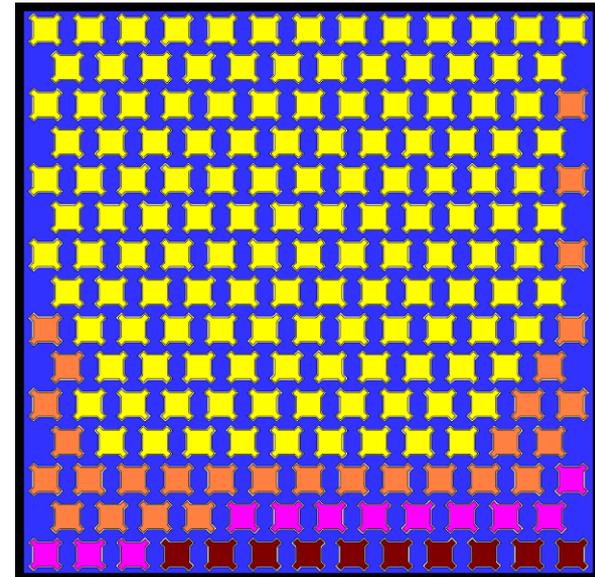
Отбор учитываемых в расчёте нуклидов

^{235}U	^{95}Zr	^{102}Ru	^{132}Te	^{135}Cs	^{147}Nd	^{151}Sm	^{155}Gd	^{239}Pu	^{244}Cm
^{238}U	^{96}Zr	^{103}Ru	^{129}I	^{140}La	^{148}Nd	^{152}Sm	^{156}Gd	^{240}Pu	^{245}Cm
^{234}U	^{95}Nb	^{104}Ru	^{131}I	^{141}Ce	^{147}Pm	^{153}Sm	^{157}Gd	^{241}Pu	^{246}Cm
^{236}U	^{95}Mo	^{103}Rh	^{135}I	^{143}Ce	^{148}Pm	^{152}Eu	^{158}Gd	^{242}Pu	^{247}Cm
^{233}U	^{97}Mo	^{105}Rh	^{131}Xe	^{144}Ce	$^{148\text{m}}\text{Pm}$	^{153}Eu	^{159}Tb	^{241}Am	^{248}Cm
^{237}U	^{98}Mo	^{105}Pd	^{132}Xe	^{141}Pr	^{149}Pm	^{154}Eu	^{237}Np	^{242}Am	
^{83}Kr	^{99}Mo	^{107}Pd	^{133}Xe	^{143}Pr	^{147}Sm	^{155}Eu	^{238}Np	$^{242\text{m}}\text{Am}$	
^{91}Y	^{100}Mo	^{108}Pd	^{135}Xe	^{143}Nd	^{148}Sm	^{156}Eu	^{239}Np	^{243}Am	
^{91}Zr	^{99}Tc	^{109}Ag	^{133}Cs	^{145}Nd	^{149}Sm	^{152}Gd	^{236}Pu	^{242}Cm	
^{93}Zr	^{101}Ru	$^{129\text{m}}\text{Te}$	^{134}Cs	^{146}Nd	^{150}Sm	^{154}Gd	^{238}Pu	^{243}Cm	

Поперечное сечение расчётной модели ТВС



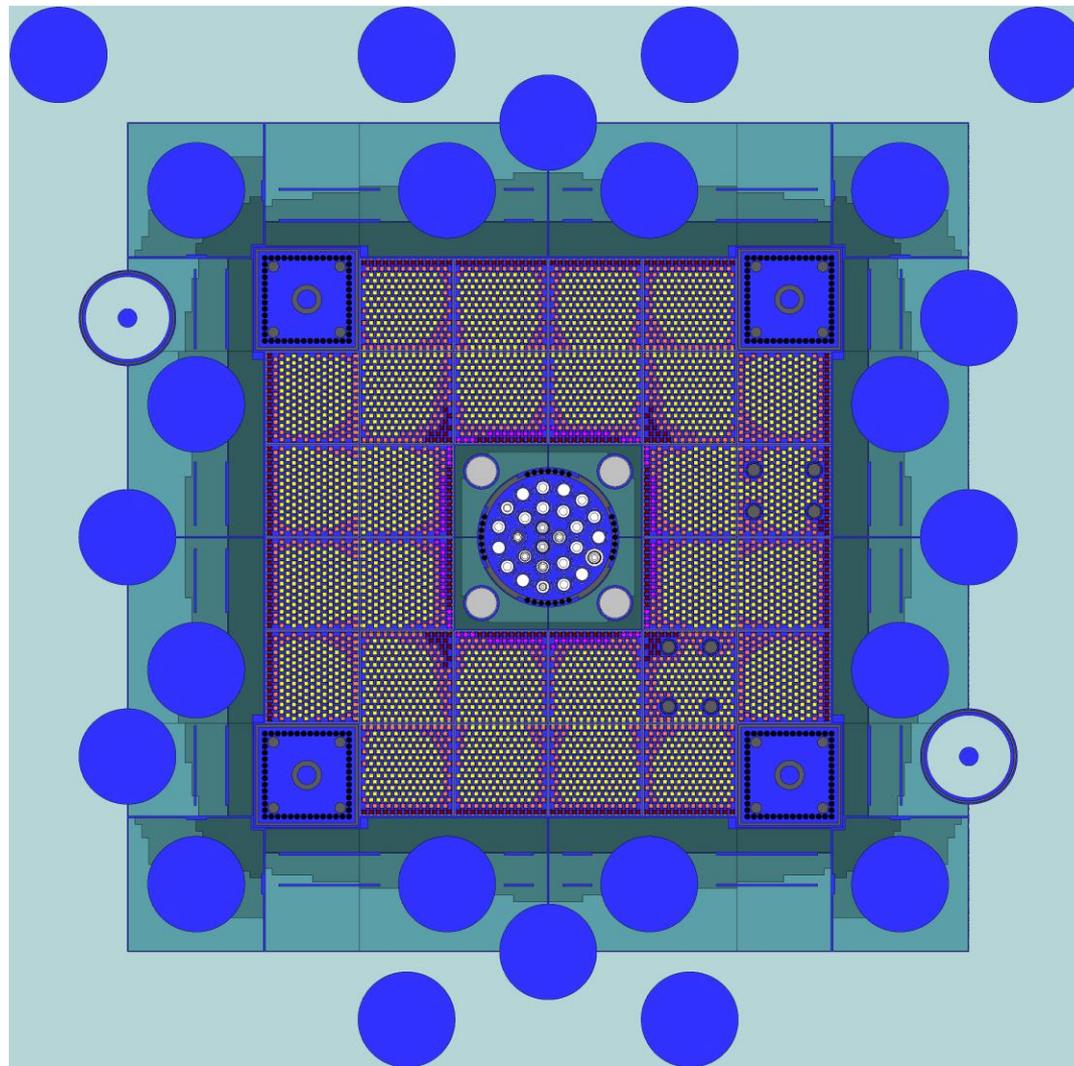
«старая» модель ТВС



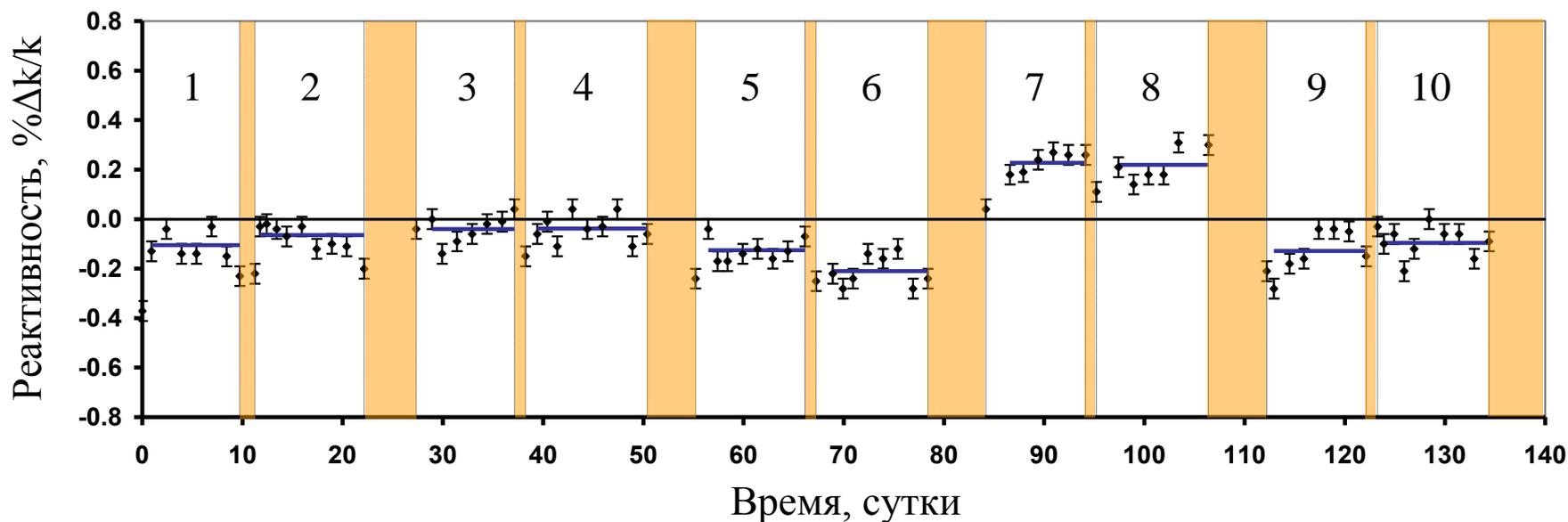
уточнённая модель ТВС

Учёт теплового удлинения твэлов в ТВС приводит к появлению дополнительной положительной реактивности в модели, равной $(0,08 \pm 0,03) \% \Delta k/k$, что по модулю составляет приблизительно половину эффекта реактивности от теплового расширения площади поперечного сечения твэла $(-0,17 \% \Delta k/k)$.

Вид расчётной модели после внесения в неё всех правок



Результаты расчётов по уточнённой модели



Модель расчёта	Номер кампании						
	1	2	3	5	7	9	10
Уточнённая	-0,27	-0,16	0,00	-0,12	-0,19	-0,08	0,07
Старая	-0,35	-0,03	-0,25	-0,43	-0,44	-0,37	0,23

В результате внесённых в модель улучшений имитатор IMCOR_SM стал более точно моделировать кампании ректора CM-3.

Применённые для уточнения модели методы можно применять и для улучшения моделей других реакторов.



ГНЦ НИИАР

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Старший научный сотрудник
Н.Ю. Марихин