

# ХІ конференция по реакторному материаловедению в АО «ГНЦ НИИАР» 27–31 мая 2019 года.



## АКТИВНАЯ ЗОНА АТОМНОЙ СТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ с РУ РИТМ-200

Авторы: А.А. Захарычев, В.Ю. Папотин, Д.М. Стадник  
АО «ОКБМ Африкантов», г. Нижний Новгород, Россия

А.А. Шельдяков  
АО «ГНЦ НИИАР», г. Димитровград, Россия

С.И. Коровушкин  
ПАО «МСЗ», г. Электросталь, Россия

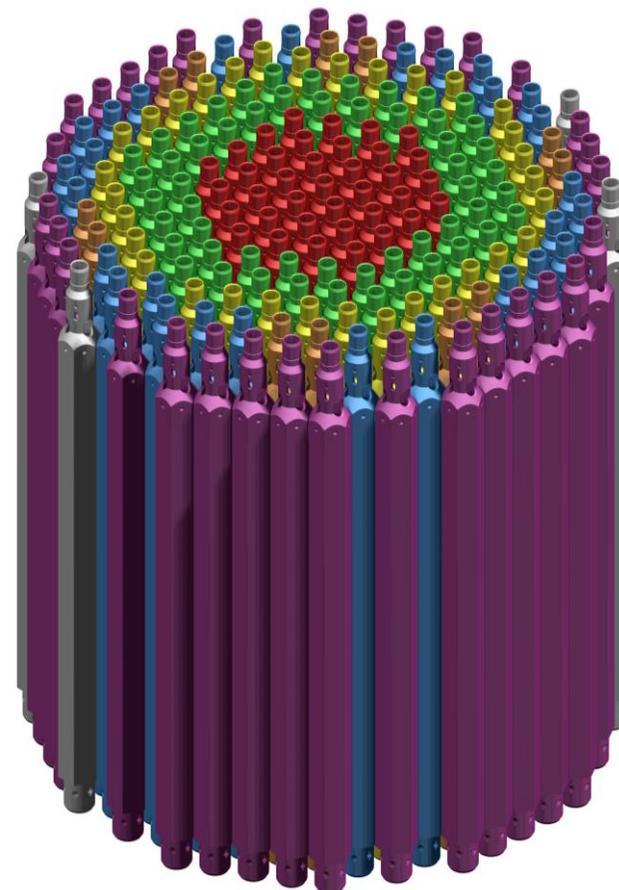


Характеристики	Значения	
	Вариант 1	Вариант 2
Номинальная мощность, МВт	175	165
Средняя эксплуатационная мощность, %N <sub>НОМ</sub>	95	
Интервал между перегрузками, лет	~5	~6-7
Энергоресурс, ТВт·ч.	7,0	8,0
Ресурс, ч .	40000	48500
Высота активной зоны, мм	1650	
Количество ТВС, шт.	199	
Обогащение по U-235, %	< 20	

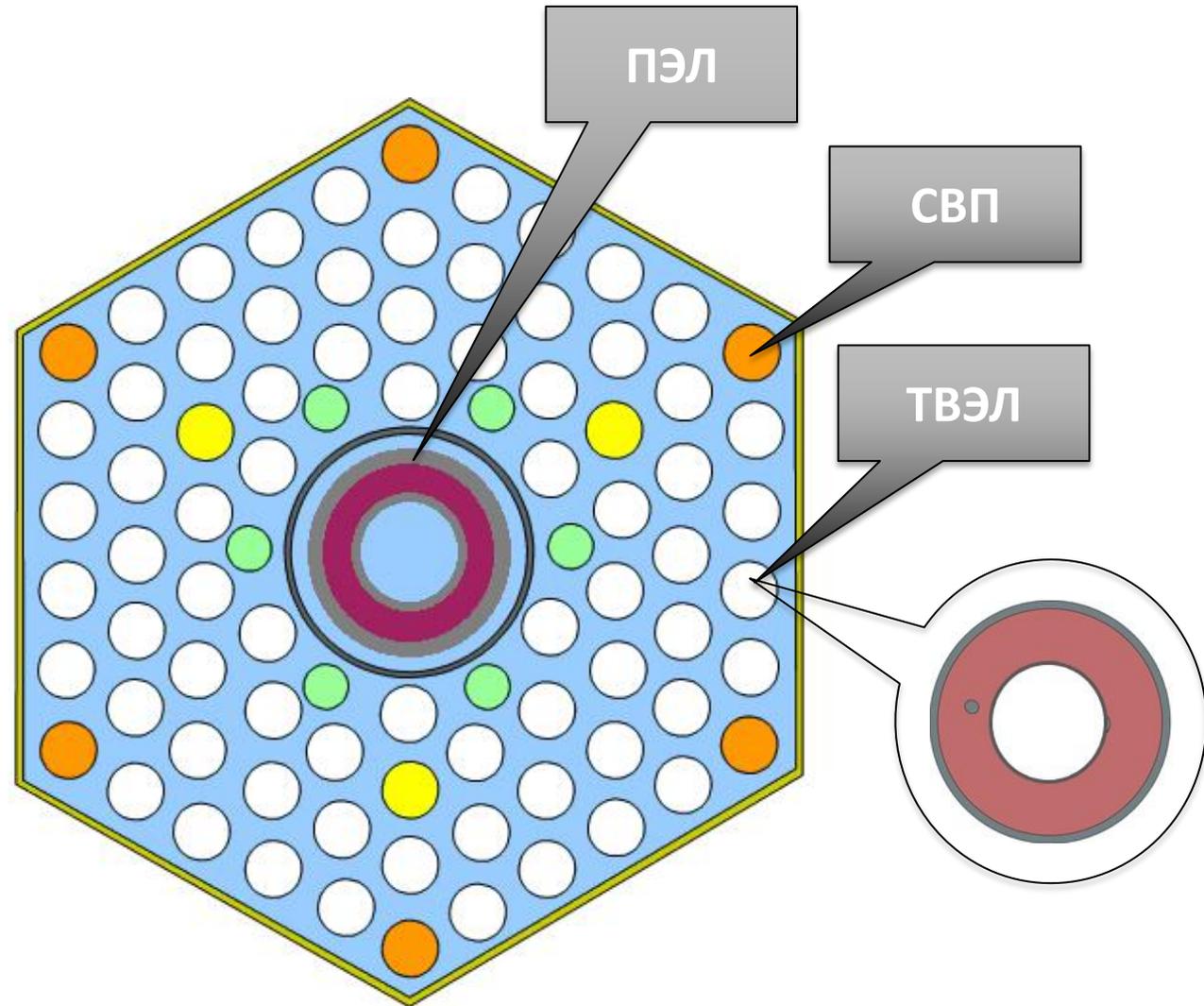
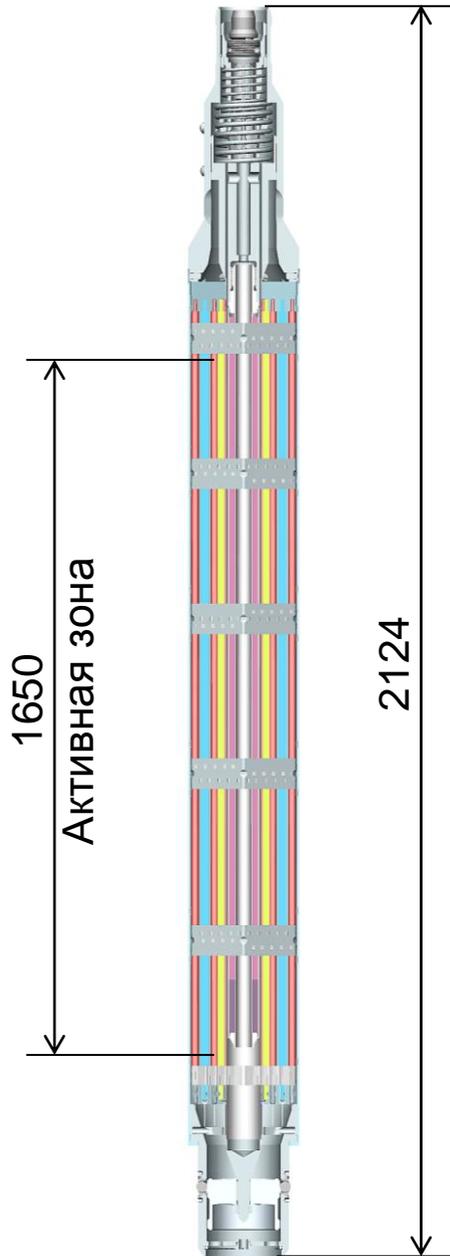
Аналог – активная зона РУ КЛТ-40С для ПЭБ

Конструктивный аналог – активная зона РУ РИТМ-200 для УАЛ

Характеристика	АСММ	УАЛ	ПЭБ
Описанный диаметр а.з., мм	1566		1220
Высота а.з., мм	1650	1200	1200
Шаг размещения ТВС, мм	101		100
Количество ТВС, шт.	199		121
Количество приводов РО КГ, шт.	12		8
Количество приводов РО АЗ, шт.	6		3



Характеристика	Значение	
	Вар.1	Вар.2
Количество ТВЭЛ, шт.	13692	13638
Загрузка урана-235, кг	563,2	697,8
Массовая доля урана-235 в уране, %:		
- максимальное	19,4	19,6
- среднее	19,0	19,3
Максимальное накопление продуктов деления, г/см <sup>3</sup>	1,01...1,05	1,04
Максимальный флюенс нейтронов с $E \geq 0,1$ МэВ, $10^{22}$ н/см <sup>2</sup>	2,31	2,6
Максимальная линейная нагрузка, Вт/см	180	195
Давление теплоносителя, МПа	15,7	
Температура теплоносителя на входе/выходе активной зоны, °С	277/313	277/313



Характеристика	АСММ	УАЛ	ПЭБ
Габаритная длина, мм	2124	1674	
<b>Чехол</b> размер «под ключ», мм толщина, мм материал	98,5 1,65 Э110		
Тип топлива	Керметное	Интерметаллид	Керметное
Твэл и СВП габаритная длина, мм диаметр твэл/толщина оболочки, мм материал оболочки	1725 6,9/0,3 42ХНМ	1275 6,9/0,25 42ХНМ	1275 6,8/0,5 Э110
Поглотитель СВП	<b>КГНЦ</b>		
ПЭЛ конструкция материал оболочек поглотитель	Кольцевая 42ХНМ Карбид бора / Титанат диспрозия		Кластер

**Стержень АЗ**



**ПИН**



**Гильзы**



**Гильза АЗ**

**Гильза термометра**

## ТВС

### 14-14

- ресурс – 21 тыс.ч;
- выгорание – 0,75 г/см<sup>3</sup> \*;
- лин. нагрузка – 298 Вт/см \*;
- флюенс – 1,4·10<sup>22</sup> см<sup>-2</sup>
- топливо – металлокерамика
- ТВЭЛ с оболочкой из сплава Э110 с компенсатором распухания

Механика, Физика,  
Теплогидравлика

### 14-15-1

- ресурс – 75 тыс.ч;
- выгорание – 1,12 г/см<sup>3</sup> \*;
- лин. нагрузка – 379 Вт/см \*;
- флюенс – 1,77·10<sup>22</sup> см<sup>-2</sup>
- топливо – интерметаллид
- ТВЭЛ с оболочкой из сплава 42ХНМ с компенсатором распухания

## АСММ с РУ РИТМ-200

- ресурс – 48,5 тыс.ч;
- выгорание – 1,04 г/см<sup>3</sup>;
- лин. нагрузка – 195 Вт/см;
- флюенс – 2,6·10<sup>22</sup> см<sup>-2</sup>
- топливо – металлокерамика
- ТВЭЛ с оболочкой из сплава 42ХНМ с компенсатором распухания

## Топливо

### ПТВС 31-М

- выгорание – 1,05 г/см<sup>3</sup>;
- лин. нагрузка – 280 Вт/см;
- топливо – металлокерамика
- ТВЭЛ с оболочкой из сплава 42ХНМ с компенсатором распухания

### УДОТ

- выгорание – 1,02 г/см<sup>3</sup>;
- лин. нагрузка – 270 Вт/см;
- топливо – металлокерамика
- ТВЭЛ с оболочкой из сплава Э110 с компенсатором распухания

### ПТВС 14-14

- выгорание – 0,82 г/см<sup>3</sup>;
- лин. нагрузка – 250 Вт/см;
- топливо – металлокерамика
- ТВЭЛ с оболочкой из сплава Э110 с компенсатором распухания

14-15-1

ПТВС 31-М

Оболочка

ТВЭЛ для ПЭБ

ТВЭЛ для  
АСММ

ТВЭЛ для УАЛ

**Отработка технологических процессов по  
снаряжению твэл топливом с увеличенной длиной  
активной зоны **длины****

- Оборудование закуплено;
- **Линия смонтирована;**
- Разработано РКД макетов твэл;
- Начало снаряжения твэл **май2019**

- **Отработка изготовления комплектующих;**
- **Отработка изготовления твэл;**
- **Отработка контроля твэл;**
- **Изготовление макетов твэл;**
- **Изготовление опытных твэл.**

1

• облучающее устройство «ГИРЛЯНДА» и ПТВС 14-14 с металлокерамическим топливом дали дорогу данной топливной композиции (проведенные материаловедческие исследования и результаты испытаний показали, что коррозионно–эрозионная стойкость керметного топлива по крайней мере не хуже интерметаллидного)

2

• петлевая ТВС ПТВС-75 показала невозможность в кассетной структуре установки ТВЭЛ в угловые ячейки за дистанционирующим уголком;

3

• петлевая ТВС ПТВС-31М показала:  
- возможность достижения в металлокерамической топливной композиции максимального выгорания не менее  $1,05 \text{ г/см}^3$ ;  
- ряд преимуществ стального компенсатора перед циркониевым.

1

• Послереакторные исследования ПТВС-31М поставили ряд вопросов, которые необходимо исследовать дополнительно.

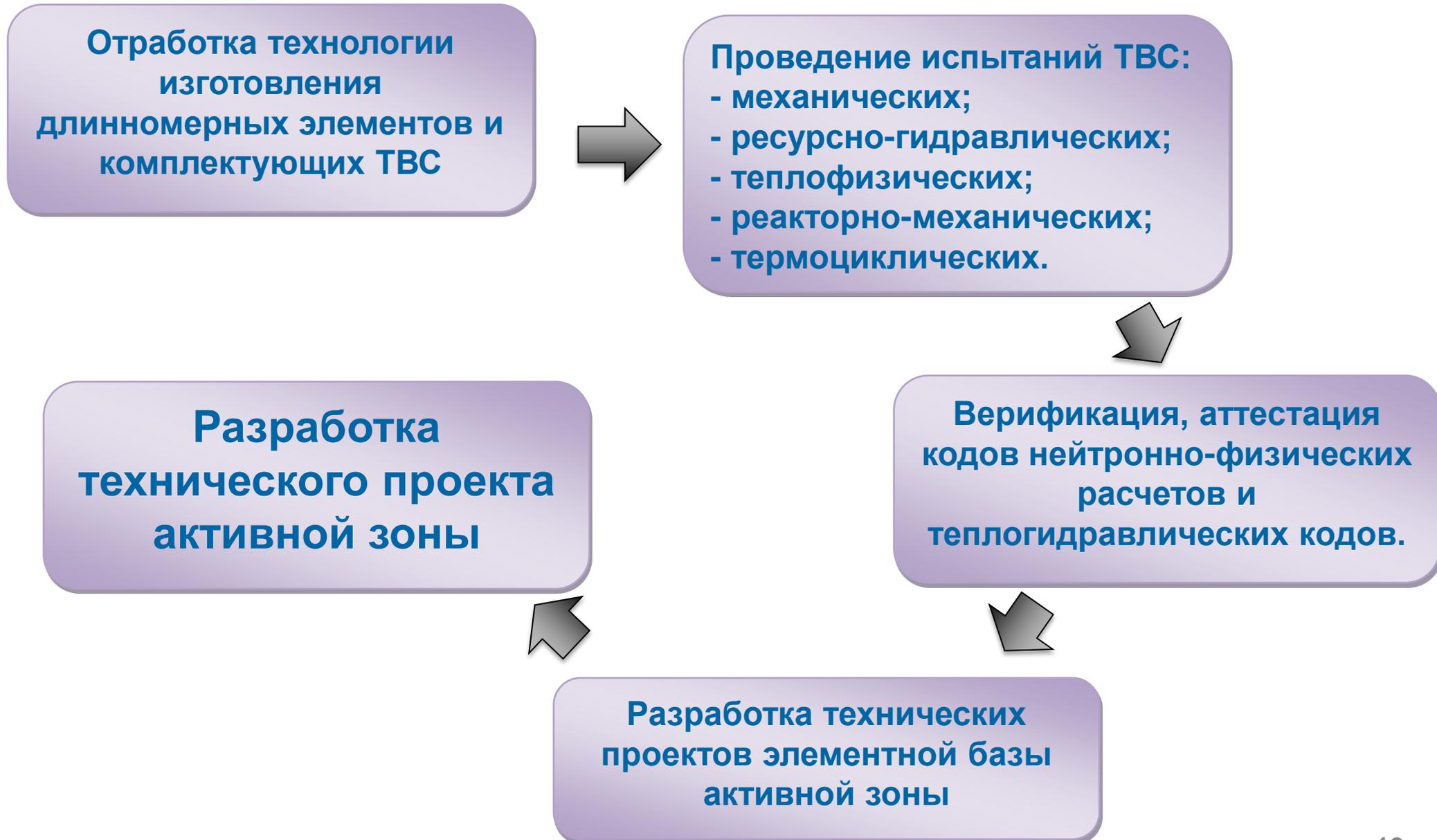
2

• Проведение исследований облученных твэлов ПТВС-31М в аварийных режимах

3

• Проведение поисковых реакторных испытаний:

- Выбор оптимальной оболочки твэл;
- Выбор оптимального компенсатора;
- Выход на более глубокие выгорания.



**Благодарю за внимание!**