



# Реакторный комплекс ПИК. Текущий статус. (серия 6)

*Владимир Воронин*

*НИЦ «Курчатовский институт»-ПИЯФ*



# Краткое содержание предыдущих серий

1975 – Start construction

1986 – Completed at 80% but Chernobyl accident

1991 – Continuation of construction but revolution

1991-1999 – stagnation

1999 – Continuation of construction but volatile funding

2009 – “First day” complex for 100W

2010 – PNPI join to program NRC KI

2011 – Physical start (100W)

2013 – Complex for 100kW

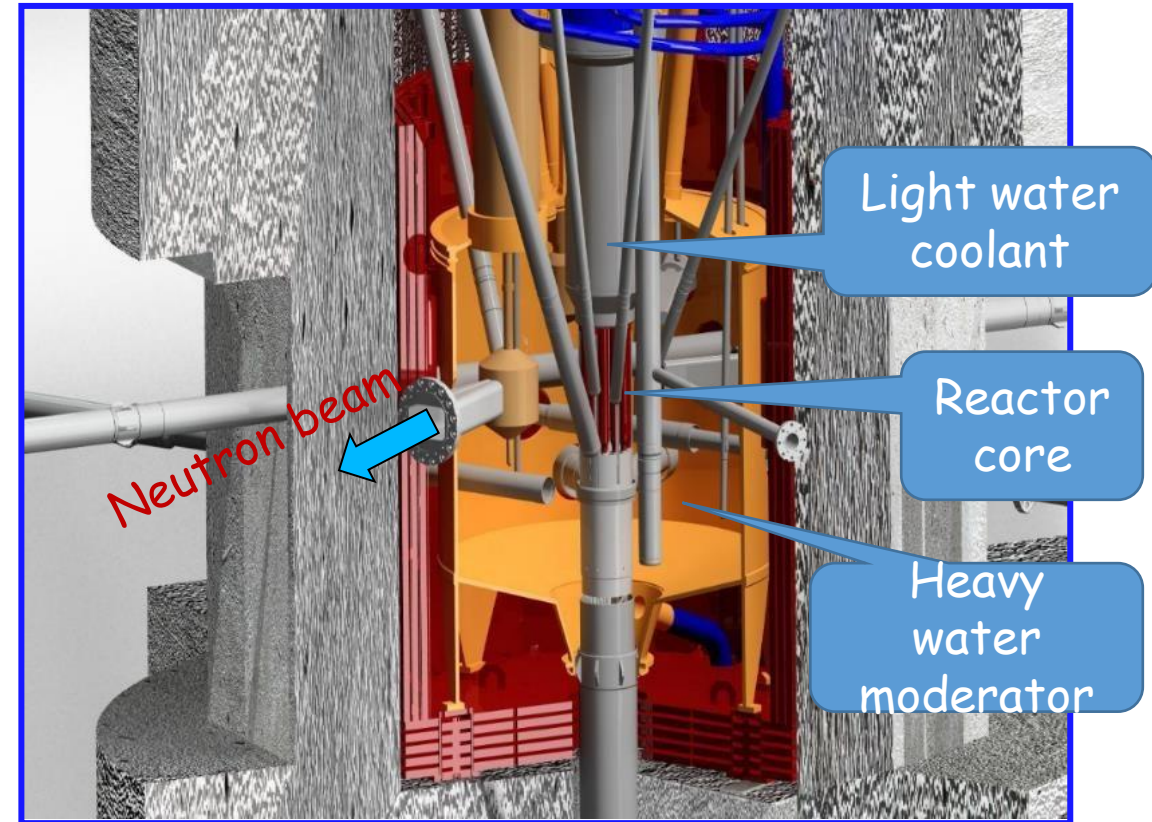
## Commissioning

2018 – 100kW

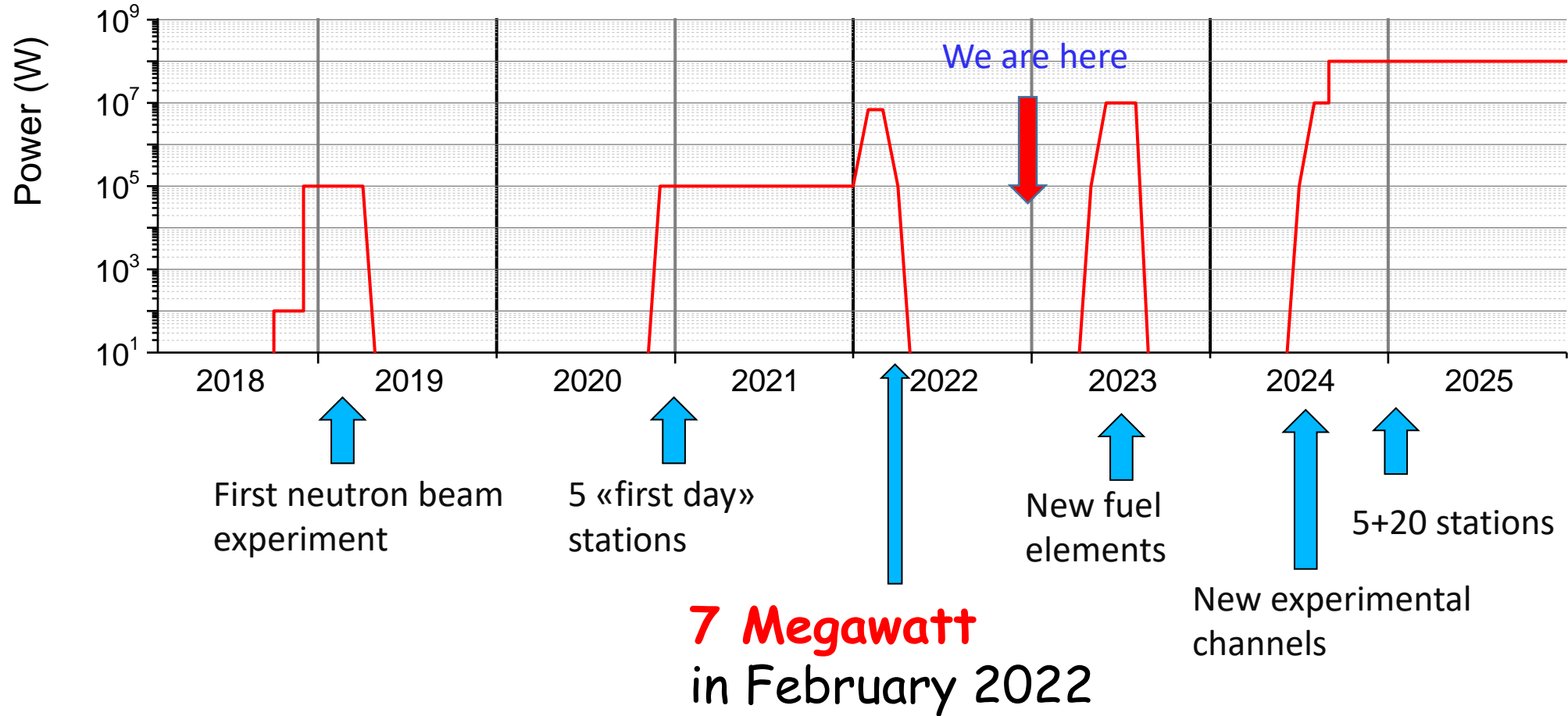
2020 – **license for 10MW**

2020 – commissioning “First day” stations

**8 February 2021.** - The energetic regime exploitation



# Roadmap of PIK commissioning



# Instrumental program status

- The **design of the project** obtained a positive state expertise decision in **September 2020**
- Construction of the **first phase** instruments started **January 2021**
- **Second phase** instruments started **June 2021**
- The **third phase** will start at the **December 2022-  
March 2023**





# Reactor PIK instrumental program

1. Cold neutron source - HEC 3
2. Hot neutron source - HEC 8
3. Ultra cold neutron source - HEC 4
4. Instruments (20 stations)
  1. Experimental stations for condensed matter (13)
    - Diffractometers (3)
    - Spectrometers of inelastic scattering (5)
    - SANS machines (3)
    - Reflectometers (2)
  2. Experimental stations for nuclear and particle physics (7)

**Commissioning all instruments - 2024-2025**



# Roadmap of instruments commissioning

#		2019		2020				2021				2022				2023				2024							
		III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
0	<b>Reactor PIK commissioning</b>	<b>100 kW</b>				<b>10MW</b>								<b>10MW</b>				<b>~100MW</b>									
1	<b>Project of instruments</b>	█	█	█	█	█																		█			
2	<b>Experimental channel</b>								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					█			
3	<b>HNC HEC-8</b>								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					█			
4	<b>UCNS HEC-4</b>							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					█			
5	<b>CNS HEC-3</b>																			█	█	█	█	█			
	<b>CNS HEC-3 prototype</b>	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					█			
6	<b>Neutronguide system</b>	█	█	█	█	█	█		Optical and vacuum elements fabrication														Mounting				█
<b>Neutron stations</b>																											
1	█ SESANS																							Commissioning			
2	█ INAA								Phase 1																		
3	█ «Нейтрино» (Neutrino)																										
4	█ D1																										
5	█ DC-1																										
6	█ D3																										
7	█ IN-1																										
8	█ IN-2																										
9	█ ИРИНА (IRINA)																										
10	█ DEDM																										
11	█ FISCO																										
12	█ Tensor																										
13	█ Мембрана – 2 (Membrane – 2)																										
14	█ IN-3																										
15	█ IN-4																										
16	█ SONATA																										
17	█ SEM																										
18	█ Harmony																										
19	█ PROGRAS																										
20	█ «Бета-распад нейтрона» (neutron beta decay)																								6		

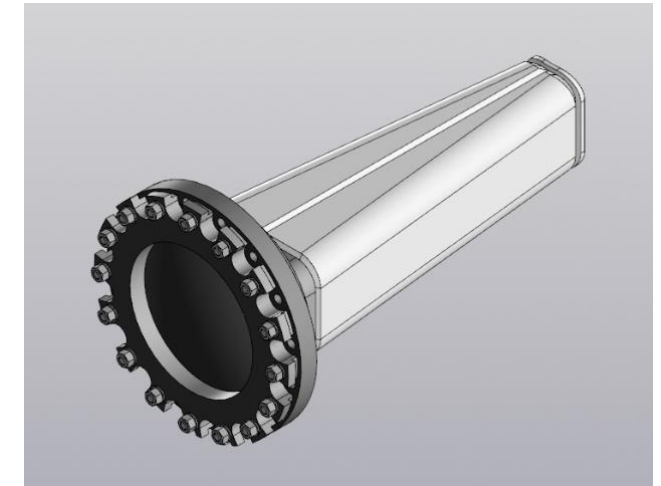
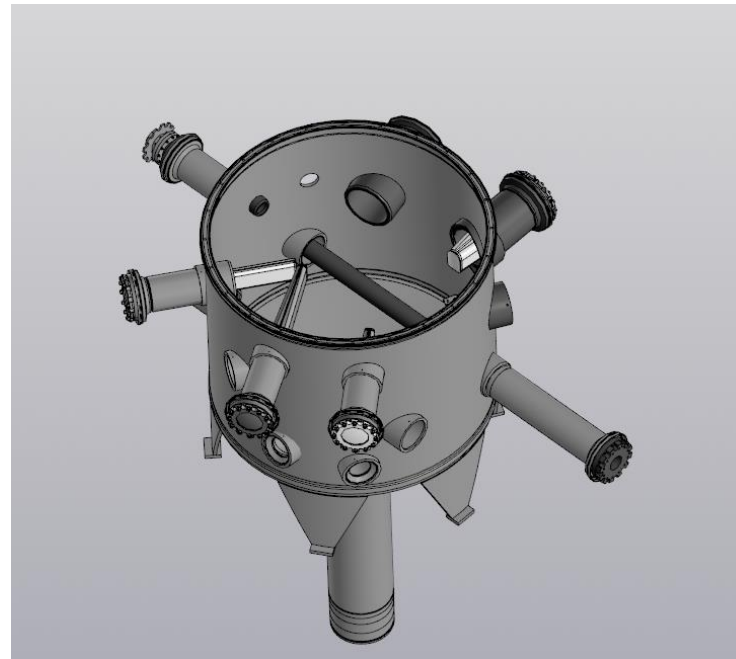
█ Nuclear physics and particle physics  
█ Large scale  
█ Structure  
█ Spectoscopy

12/03/2022

# Модернизация экспериментальных каналов (2021-2023) COMMISSIONING - 2024

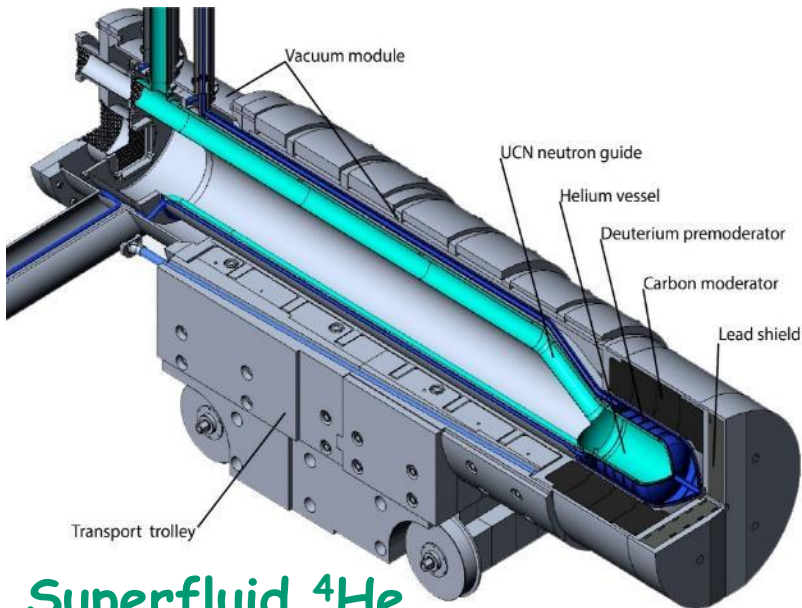
Оптимизация конструкции (мембрана) и использование гелия в качестве наполнителя позволяет увеличить поток нейтронов на выходе канала на 15-20%

№	Наименование канала
1	ГЭК 2
2	ГЭК 3
3	ГЭК 8
4	ГЭК 9
5	ГЭК 10
6	ГЭК 4
7	ГЭК 5-5' (ИРИНА)
8	ГЭК 6
9	ГЭК 6'
10	НЭК 1
11	НЭК 6



## Выполнение

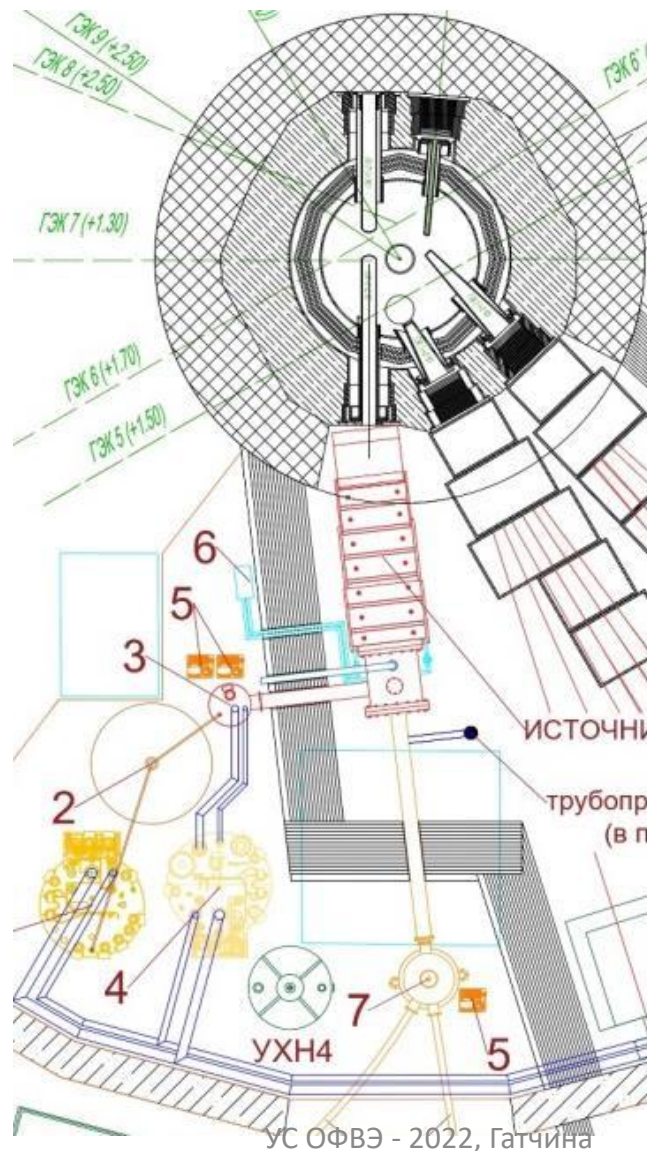
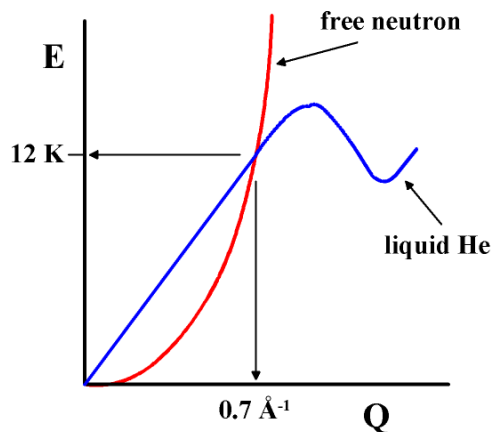
- Разработка конструкторской документации АО «НИКИЭТ»



$E < 10^{-7}$  eV

UCN source parameters:

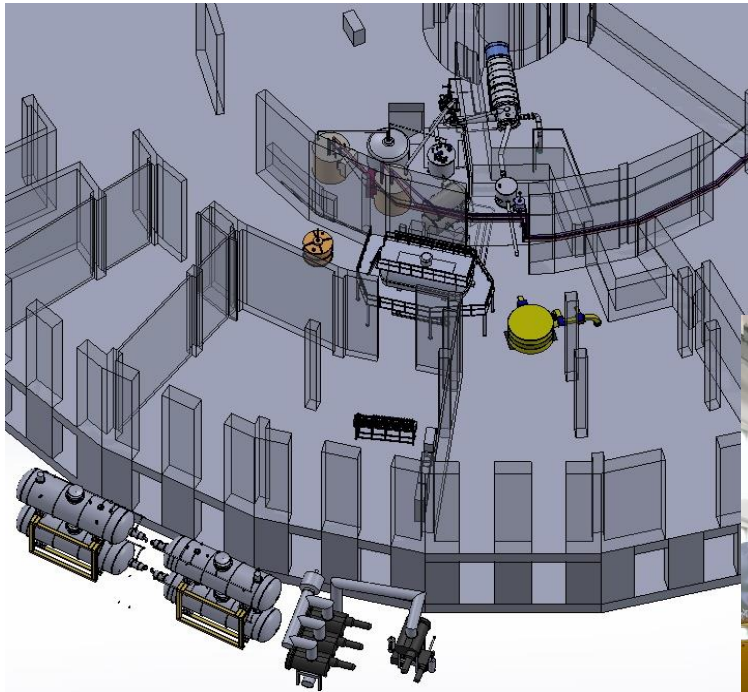
Superfluid  $^4\text{He}$   
converter at  
HEC-4  
 $T=1.15\text{K}$   
 $V\sim 35$  litre



Parameter	Value
UCN converter temperature, K	1,15
Thermal neutron flux, $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{10}$
$9\text{\AA}$ flux density, $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{\AA}^{-1}$	$5 \cdot 10^8$
UCN density in UCN source, $\text{cm}^{-3}$	$1,3 \cdot 10^3$
UCN density in the EDM trap, $\text{cm}^{-3}$	$3,5 \cdot 10^2$
Energy release in the helium chamber, W	3,85
Energy release in the pre-moderator chamber, W	10,7
Energy release in the lead shield, W	267

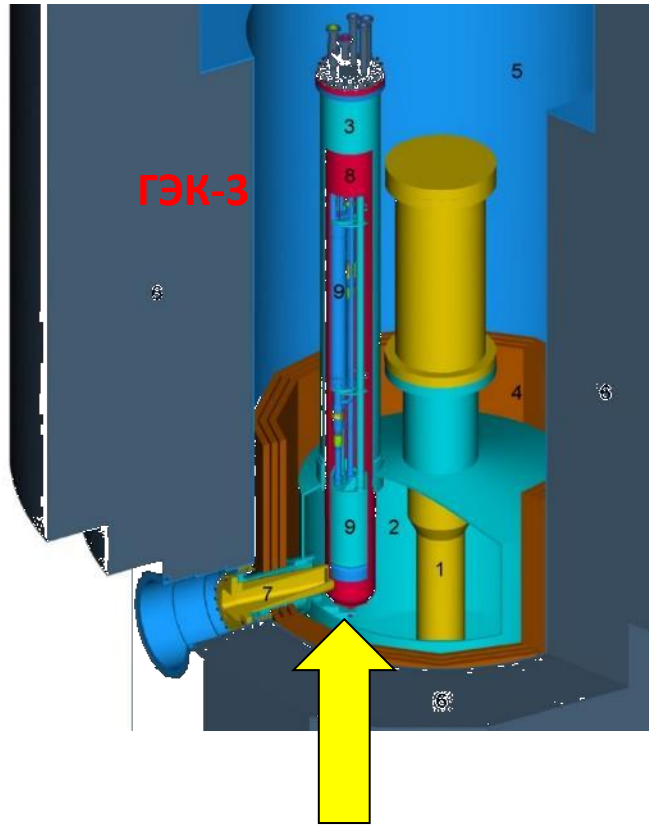
\* ЖЭТФ, 1946, 16, 391; J. Phys. USSR, 1945, 9, 461.





### Выполнение

- Строительные задания - 100%
- Конструкторская документация – 100%
- Закупка стандартных комплектующих – 100%
- Закупка нестандартных комплектующих - 80%
- Контрольная сборка - 70%



Создан прототип, изготовлены и закуплены ключевые элементы – Термосифон, криогенное оборудование (Linde).

Степень готовности – **50%**



### CN source parameters

Liquid deuterium - 25 L, **T = 20 K**

The distance from the active zone of the reactor-60cm

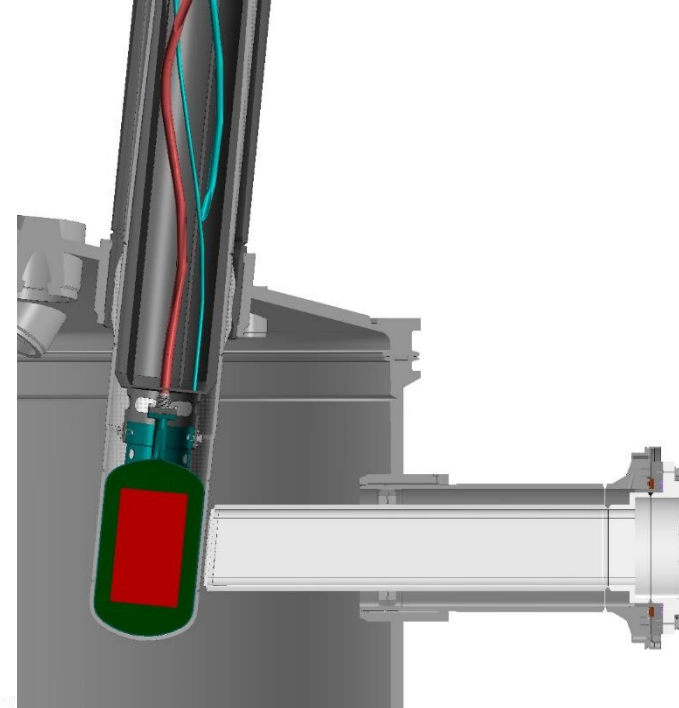
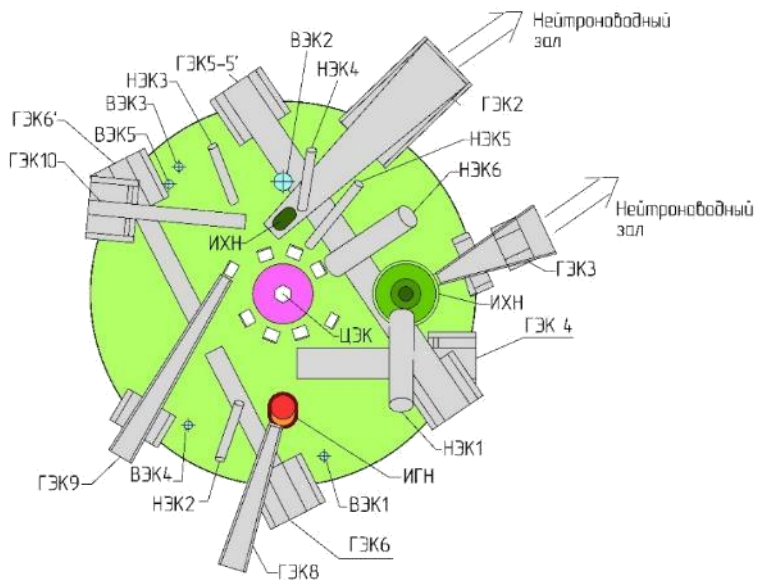
**Heat release - 5-6 kW.**



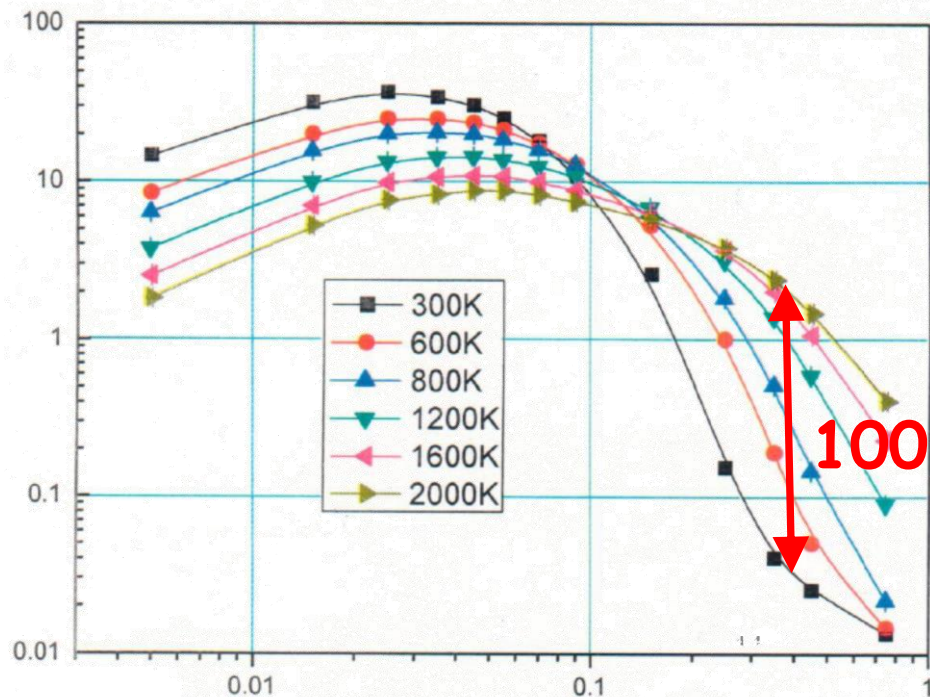


# Hot neutron source (HEC-8) (2021-2023) Commissioning - 2024

Graphite  
(radiation heating)  
 $T=1500-2000\text{ K}$   
 $V \sim 5\text{ l}$



Выполнение	
•	Строительные задания - 90%
•	Конструкторская документация – 10%



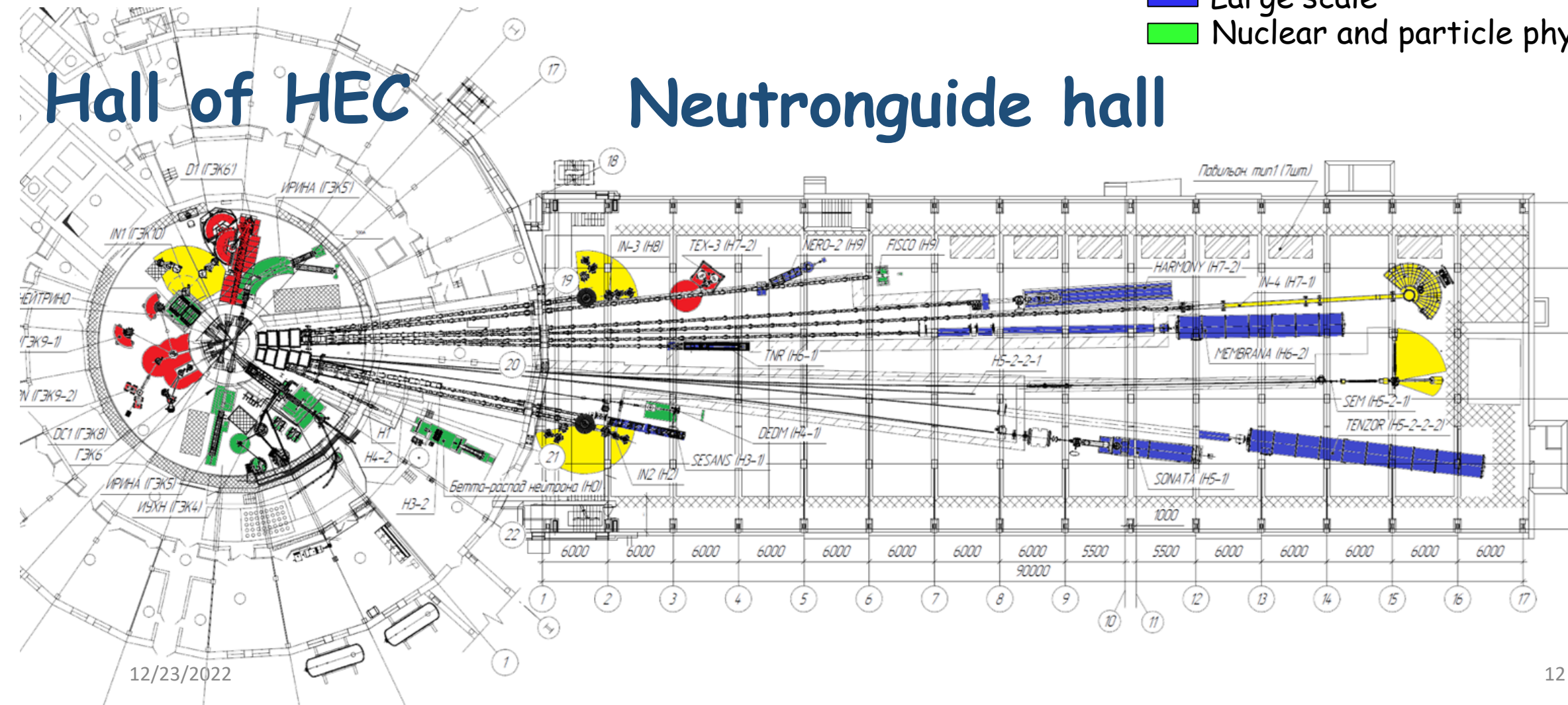


# Layout of the Instruments

- Spectroscopy
- Diffraction
- Large scale
- Nuclear and particle physics

## Hall of HEC

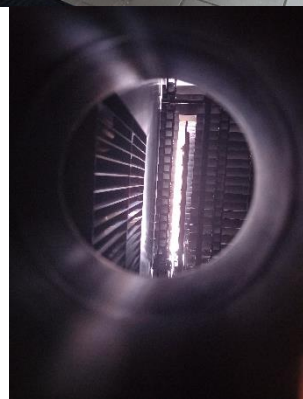
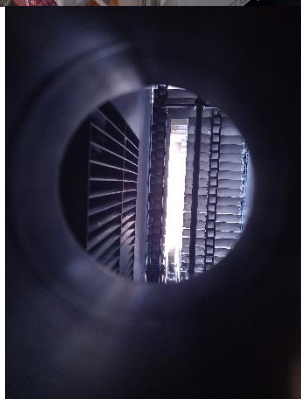
## Neutron guide hall





# Напылительный комплекс (11 корп)

**РАБОТАЕТ,**  
умеем делать  
неполяризующие  
зеркала до  $m=3$



12/23/2022

УС ОФВЭ - 2022, Гатчина



# Neutron guide hall



## Vacuum tubes for neutronguides



## Optical elements



Степень готовности элементов НС – 95%

Оптических элементов – 90%



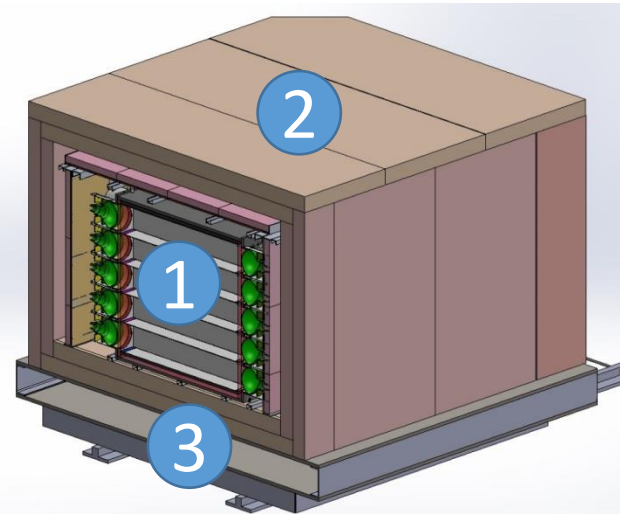
# Roadmap of instruments commissioning

#		2019		2020				2021				2022				2023				2024						
		III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV			
0	<b>Reactor PIK commissioning</b>	<b>100 kW</b>						<b>10MW</b>						<b>10MW</b>				<b>~100MW</b>								
1	<b>Project of instruments</b>	█	█	█	█	█																		█		
2	<b>Experimental channel</b>								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					█		
3	<b>HNC HEC-8</b>								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					█		
4	<b>UCNS HEC-4</b>							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					█		
5	<b>CNS HEC-3</b>																			█	█	█	█	█		
	<b>CNS HEC-3 prototype</b>	█	█	█	█	█	█																	█		
6	<b>Neutronguide system</b>	█	█	█	█	█	█		Optical and vacuum elements fabrication																Mounting	█
<b>Neutron stations</b>																										
1	█ SESANS																							Commissioning		
2	█ INAA							Phase 1																		
3	█ «Нейтрино» (Neutrino)																									
4	█ D1																									
5	█ DC-1																									
6	█ D3																									
7	█ IN-1																									
8	█ IN-2																									
9	█ ИРИНА (IRINA)																									
10	█ DEDM																									
11	█ FISCO																									
12	█ Tensor																									
13	█ Мембрана – 2 (Membrane – 2)																									
14	█ IN-3																									
15	█ IN-4																									
16	█ SONATA																									
17	█ SEM																									
18	█ Harmony																									
19	█ PROGRAS																									
20	█ «Бета-распад нейтрона» (neutron beta decay)																									

█ Nuclear physics and particle physics  
█ Large scale  
█ Structure  
█ Spectroscopy

## Первая фаза контрактации договор №0880 (2020-2022) Commissioning - 2024

Нейтронный приборный комплекс «Нейтрино» (зал ГЭК) предназначен для измерения спектра реакторных антинейтрино на различных расстояниях от источника



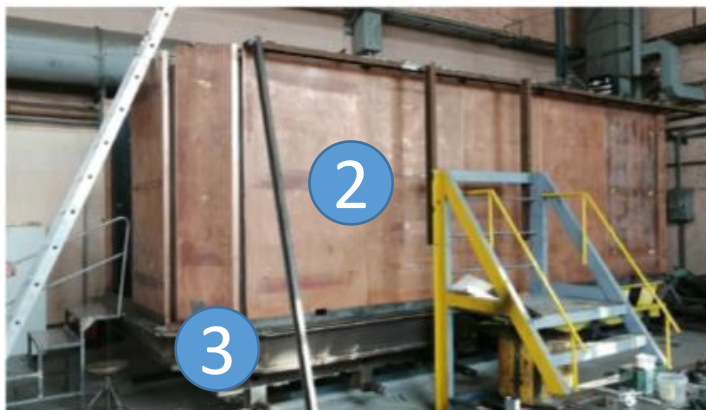
Находится в НИИАР (Димитровград) на испытаниях.

**Степень готовности – 80%**

- 1 – детектирующий модуль с ФЭУ
- 2 – пассивная защита (60 тонн)
- 3 – система перемещения детектора



4 модуля 100 секций  
200 ФЭУ



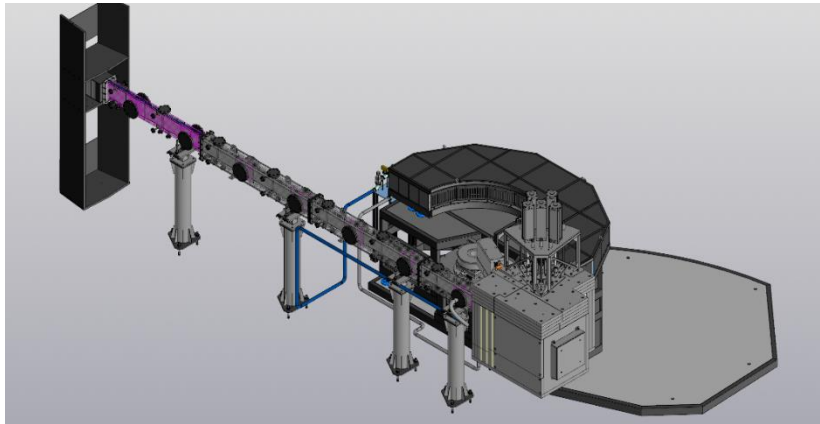
### Выполнение

- Строительные задания - 100%
- Конструкторская документация – 100%
- Закупка стандартных комплектующих – 100%
- Закупка нестандартных комплектующих - 80%
- Контрольная сборка - 80%



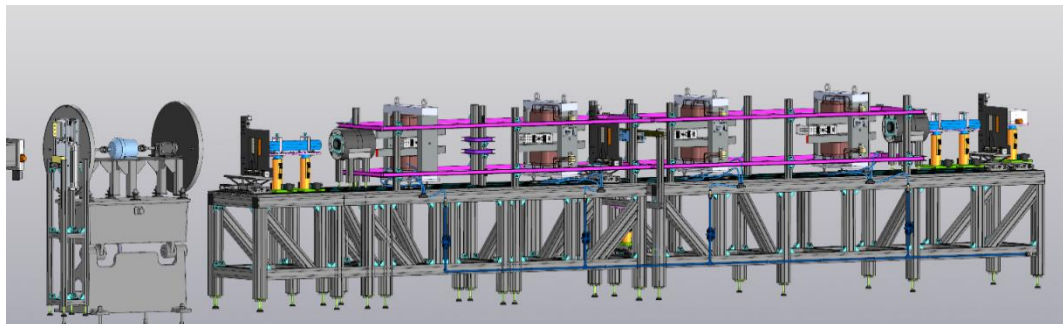
# Первая фаза контракта договор №0880 (2020-2022) Commissioning - 2024

Суперпозиционный многосекционный порошковый дифрактометр «D1» (ГЭК-6') предназначен для структурных исследований с помощью упругого рассеяния нейтронов на постоянной длине волны



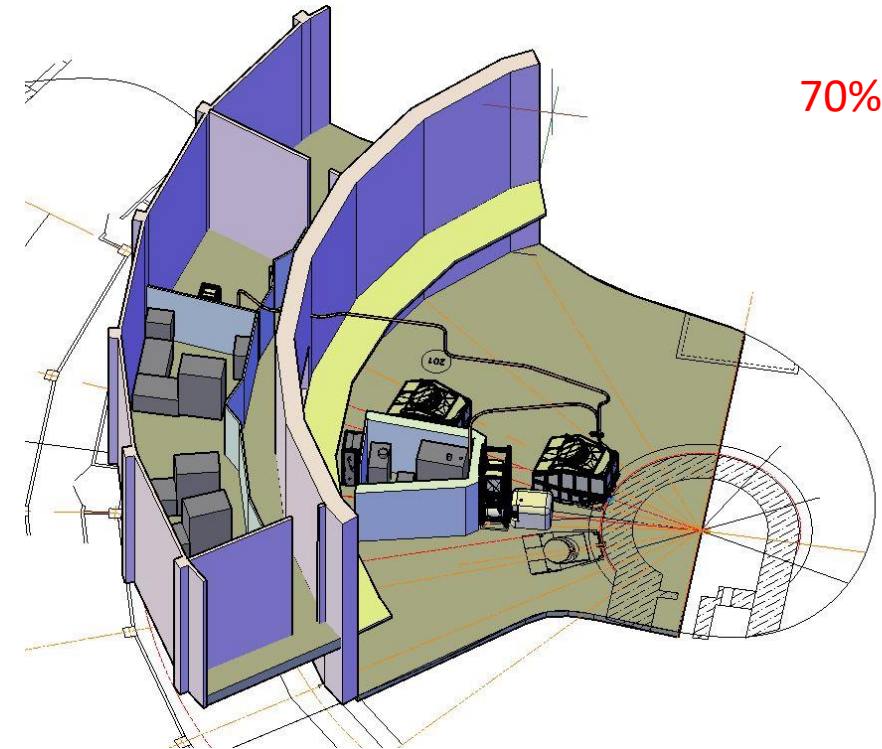
60%

Установка спин-эхо ультра-малогоуглового рассеяния «SESANS» (H3-1) предназначена для исследований крупномасштабных объектов биологии, коллоидной и супрамолекулярной химии, пористых и мембранных систем, доменной структуры магнитных материалов



50%

Установка нейтрон-активационного анализа «INAA» (HЭК-4) предназначена для проведения инструментального нейтронно-активационного анализа на основе спектрометров гамма-излучения

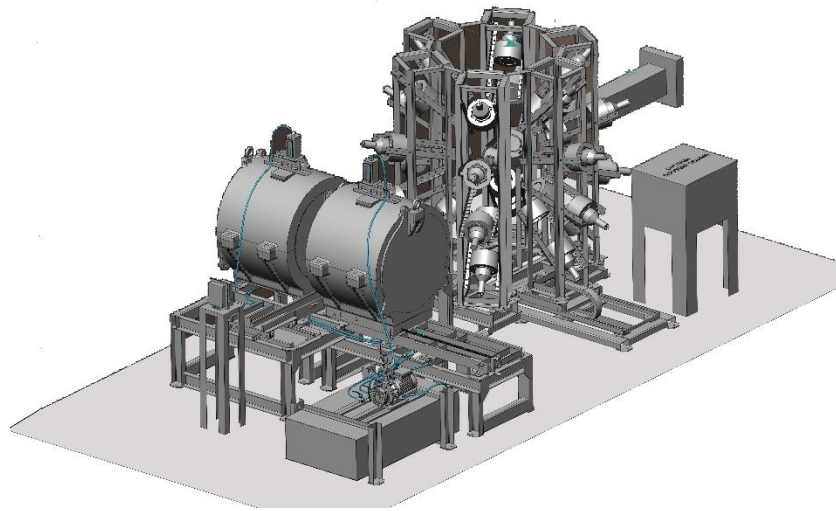


70%

### Общее выполнение по договору

- Строительные задания - 100%
- Конструкторская документация – 100%
- Закупка комплектующих – 92%
- Контрольная сборка - 30%

**Установка исследования множественности осколков деления «FISCO» (H9)** предназначена для многопараметрических корреляционных исследований различных видов в делении ядер



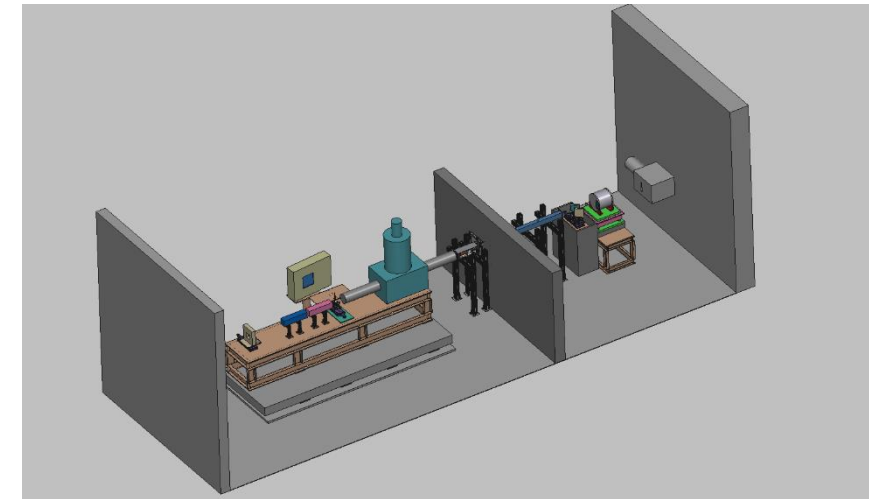
### Выполнение

- Строительные задания - 100%
- Конструкторская документация – 31%
- Закупка стандартных комплектующих – 30%
- Закупка нестандартных комплектующих - 10%

12/23/2022

## Вторая фаза контрактации (2021-2023) Commissioning - 2024

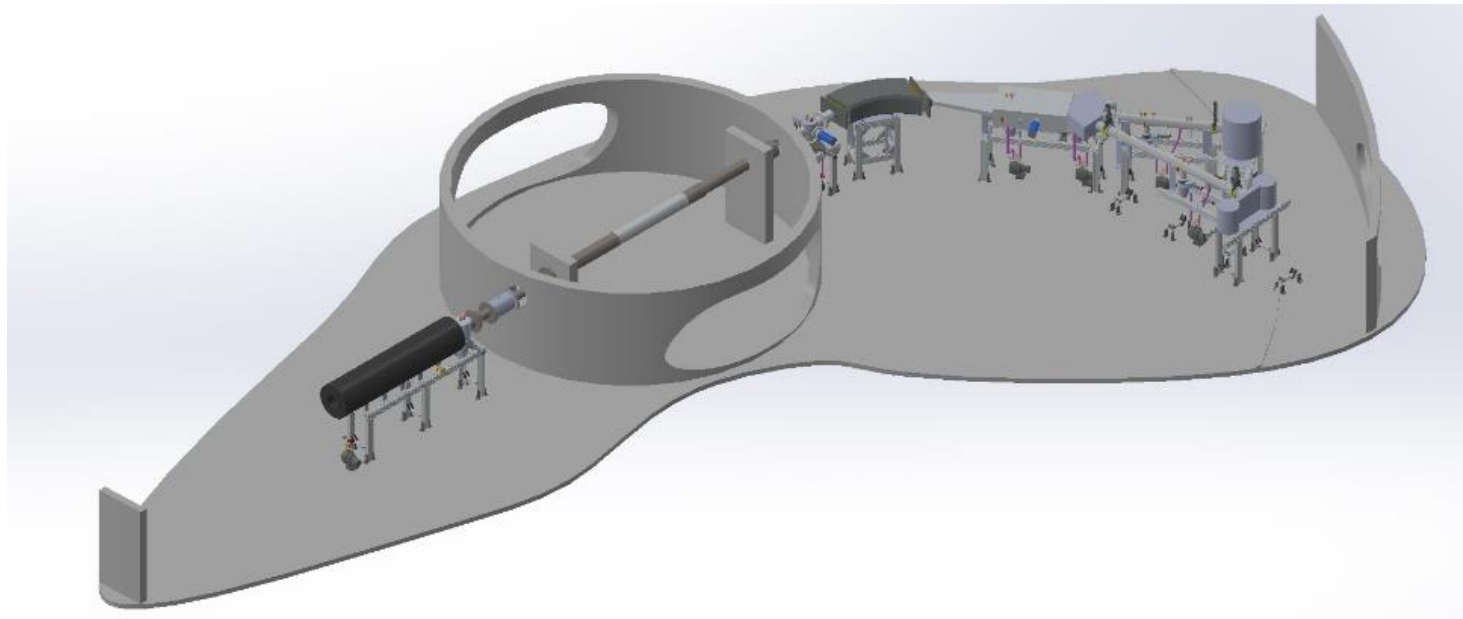
**Установка ЭДМ нейтрона кристалл-дифракционным методом «DEDM» (H4-1)** предназначена для проведения эксперимента по поиску электрического дипольного момента (ЭДМ) нейтрона с использованием дифракции в нецентросимметричном кристалле кварца



### Выполнение

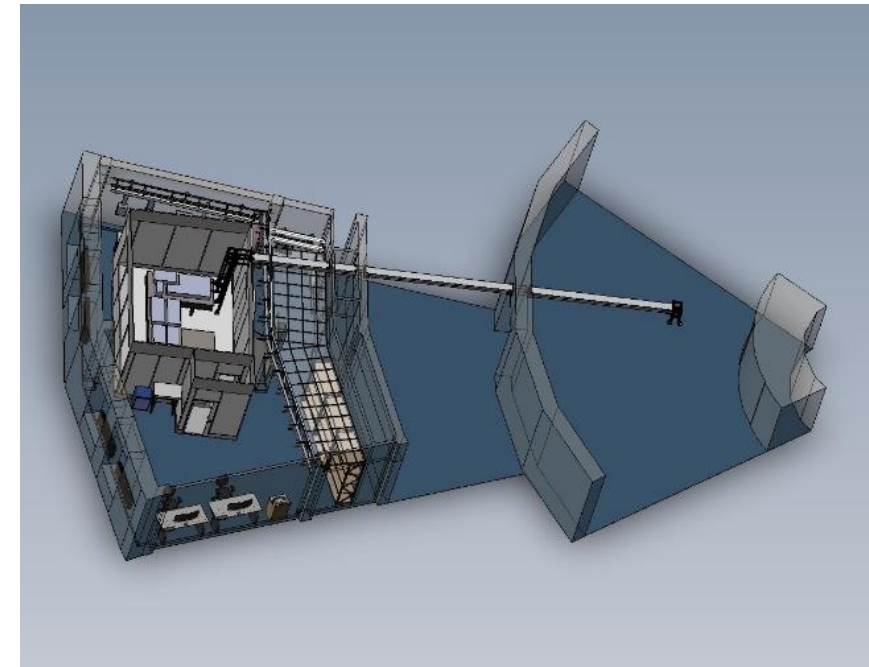
- Строительные задания - 100%
- Конструкторская документация – 18%
- Закупка стандартных комплектующих – 30%
- Закупка нестандартных комплектующих - 10%

УС ОФВЭ - 2022, Гатчина



**Масс-сепараторный лазерно-ядерный комплекс «ИРИНА» (ГЭК 5-5')** предназначен для получения радиоактивных ионных пучков нейтронно-избыточных короткоживущих изотопов для ядерно-физических исследований и ядерной медицины

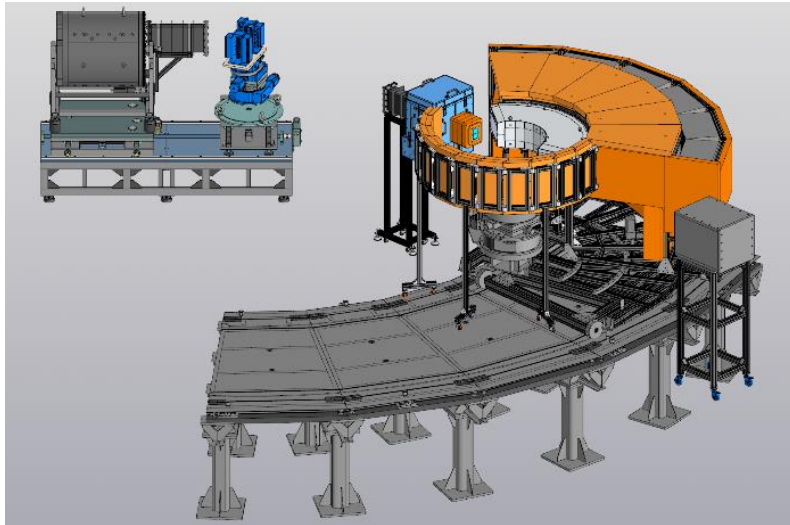
Выполнение
• Строительные задания - 100%
• Конструкторская документация – 30%





## Вторая фаза контракта договор №0450 (2021-2023) Commissioning - 2024

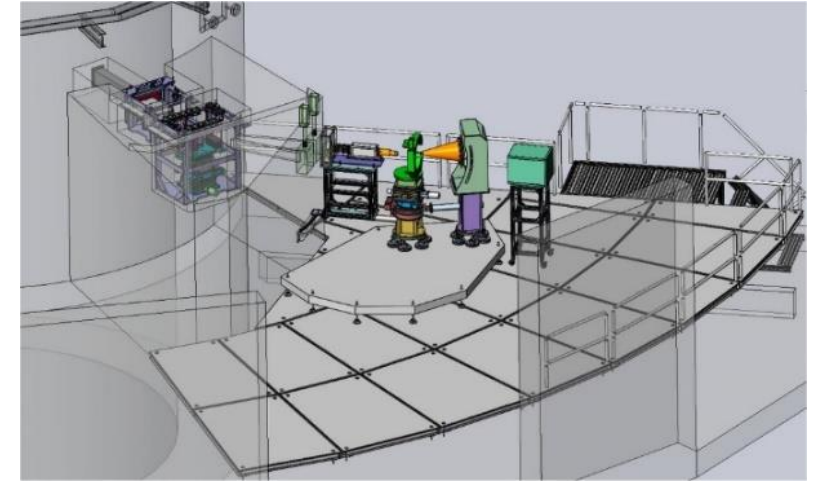
Порошковый многодетекторный дифрактометр тепловых нейтронов «D3» (ГЭК-9-1) предназначен для исследований атомной и магнитной структуры разных соединений



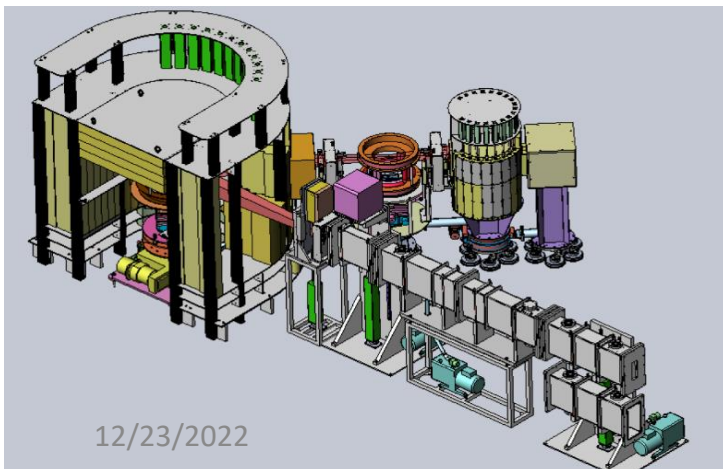
### Общее выполнение по договору

- Строительные задания - 100%
- Конструкторская документация – 40%

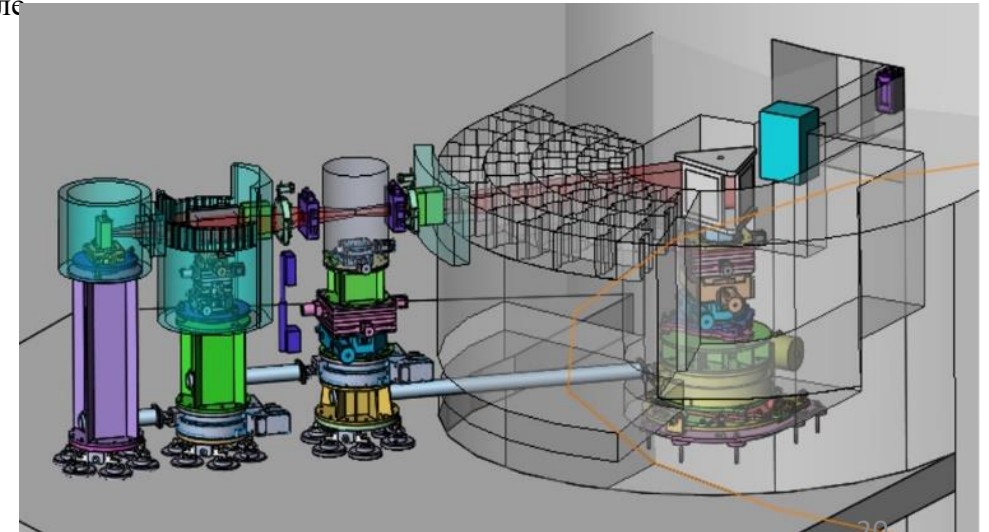
Четырехкружный дифрактометр «DC1» (ГЭК-8) предназначен для исследования атомной и магнитной структуры кристаллов



Трёхосный спектрометр холодных нейтронов «IN2» (H2) предназначен для исследования с хорошим разрешением коллективных возбуждений с низкими энергиями в твердом теле с помощью неупругого рассеяния нейтронов



Трёхосный спектрометр тепловых нейтронов «IN1» (ГЭК-10) предназначен для исследования неупругого рассеяния нейтронов на коллективных возбуждениях в твердом теле





# Roadmap of instruments commissioning

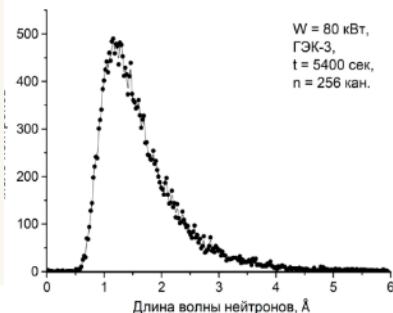
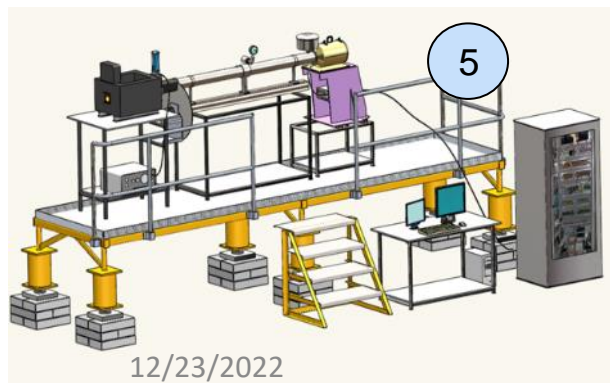
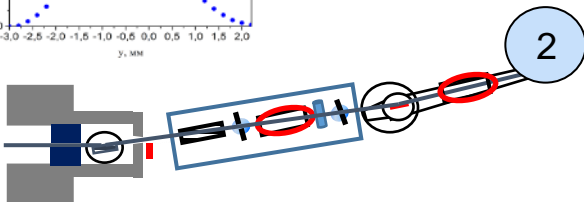
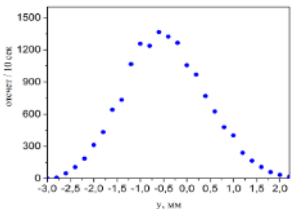
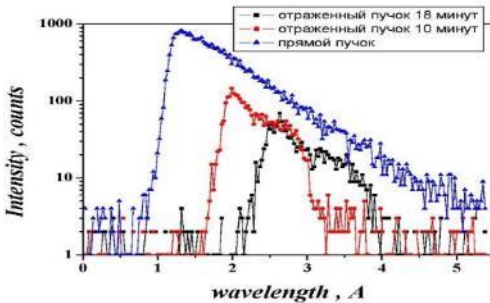
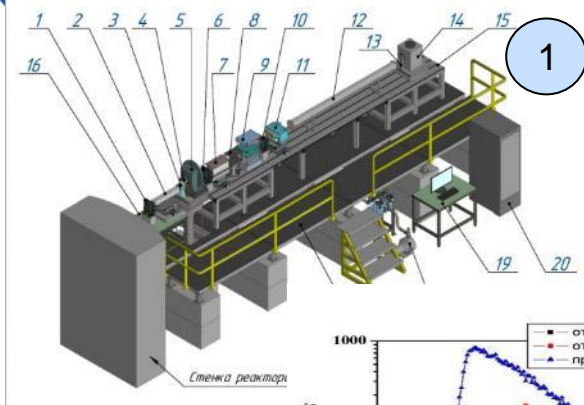
#		Готовность , %	2019		2020				2021				2022				2023				2024			
			III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
0	<b>Reactor PIK commissioning</b>		<b>100 kW</b>				<b>10MW</b>				<b>10MW</b>				<b>~100MW</b>									
1	<b>Project of instruments</b>																							
2	<b>Experimental channel</b>	20																						
3	<b>HNC HEC-8</b>	10																						
4	<b>UCNS HEC-4</b>	80																						
5	<b>CNS HEC-3</b>	50																						
	<b>CNS HEC-3 prototype</b>	95																						
6	<b>Neutronguide system</b>	90																						
			Optical and vacuum elements fabrication																Mounting					
			<b>Neutron stations</b>																					
1	SESANS	40																						
2	INAA	70																						
3	«Нейтрино» (Neutrino)	80																						
4	D1	50																						
5	DC-1																							
6	D3																							
7	IN-1																							
8	IN-2																							
9	ИРИНА (IRINA)																							
10	DEDM																							
11	FISCO																							
12	Tenzor																							
13	Мембрана – 2 (Membrane – 2)																							
14	IN-3																							
15	IN-4																							
16	SONATA																							
17	SEM																							
18	Harmony																							
19	PROGRAS																							
20	«Бета-распад нейтрона» (neutron beta decay)																							

- Nuclear physics and particle physics
- Large scale
- Structure
- Spectroscopy

Commissioning



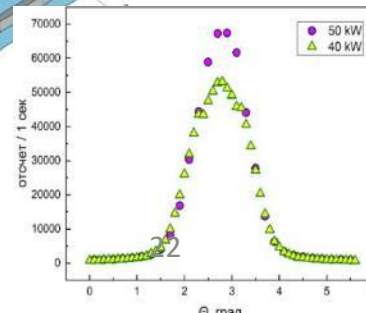
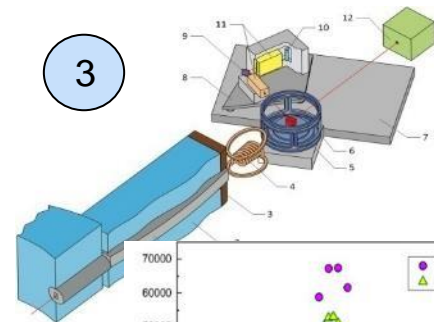
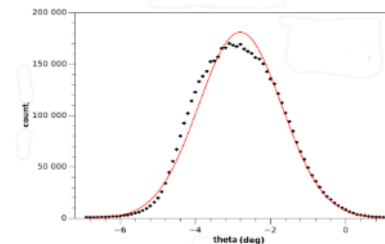
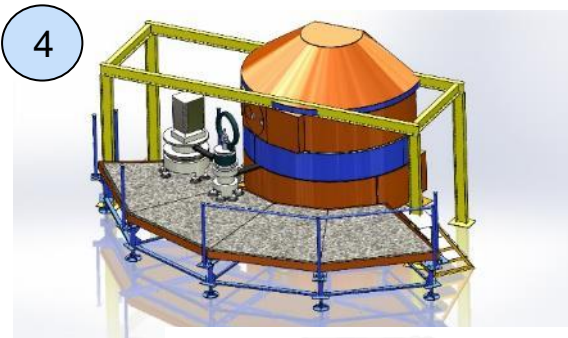
# Status of the "first day" stations



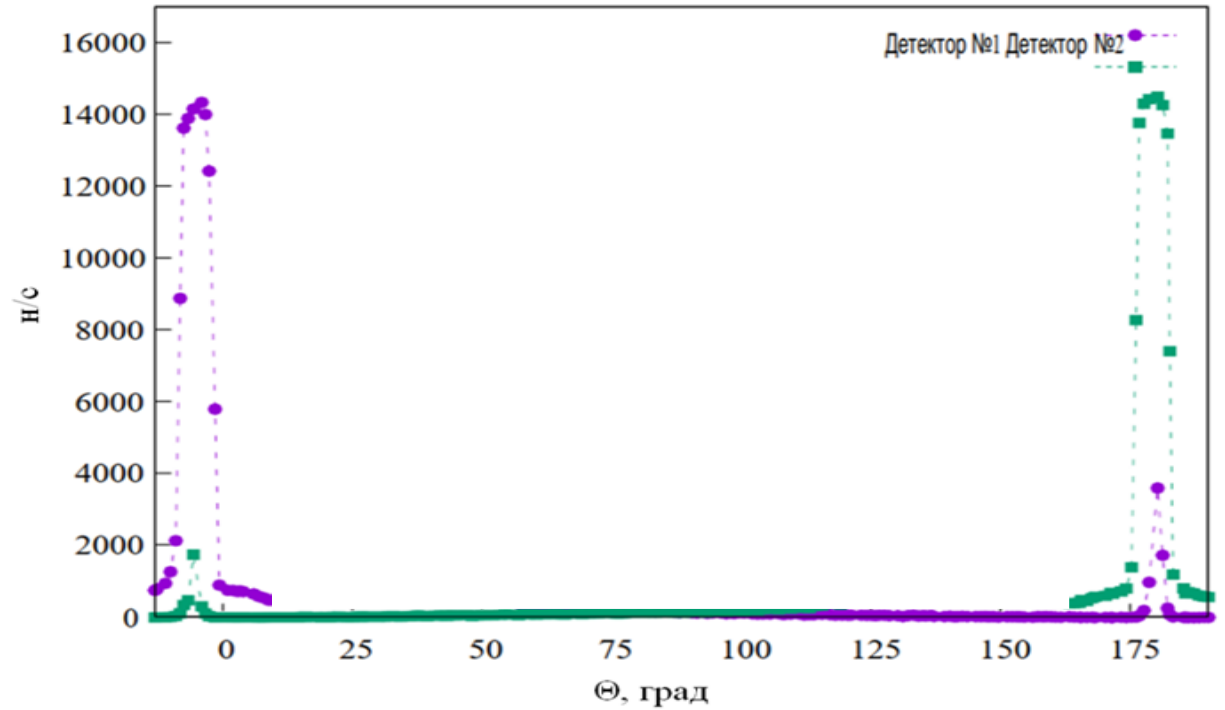
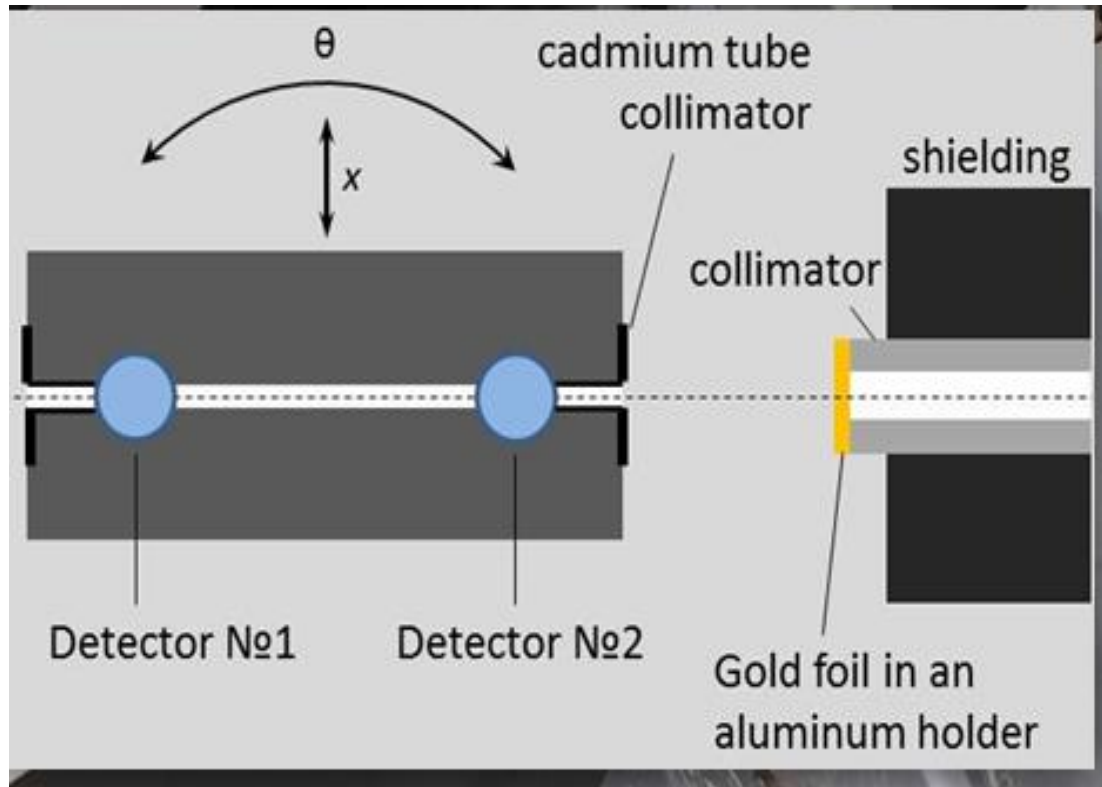
УС ОФВЭ - 2022, Гатчина

1. TNR test neutron reflectometer
2. NERO Polarized Neutron Reflectometer (GKSS)
3. DPN polarized neutron diffractometer
4. Texture Diffractometer TEX-2 (GKSS)
5. Test neutron spectrometer

- Commissioned at the December 2020
- First "demonstration" experiments at 100kW power were carried out
- All results coincide with the theoretical predictions
- Program for updates of these stations to the power of 100 MW is developed



# Absolute beam flux measurement (2022)



	Detector No. 1 (n/s)	Detector No. 2 (n/s)	Detector No. 1 (n/s/cm <sup>2</sup> )	Detector No. 2 (n/s/cm <sup>2</sup> )	On the foil, (n/s/cm <sup>2</sup> )
	12400	890	$8.29 \cdot 10^5$	$0.59 \cdot 10^5$	$1.3 \cdot 10^6$
	870	12700	$0.58 \cdot 10^5$	$8.48 \cdot 10^5$	



Flux coincide with the calculated value for the specified power and beam collimation

# Publications about PIK reactor complex

## Reactor complex review

- M.V. Kovalchuk, S.L. Smolsky, K.A. Konoplev, Research Reactor PIK, *Crystallography report*. 2021. **66**. № 2. p. 183
- M.V. Kovalchuk, V.V. Voronin, S.V. Grigoriev, A.P. Serebrov, Instrument Suite of the PIK Reactor, *Crystallography report*. 2021. **66**. № 2. p. 191.

## Current status-

- M.V. Kovalchuk, V.V. Voronin, S.V. Gavrilov et al, PIK reactor. First experiments, *Crystallography report*. 2022. **67**. № 5. p. 785 (in Russian).
- S. Grigoryev, V.V. Voronin, A. Gartvik et al, PIK research reactor put into megawatt-power operation, *Neutron New*, **33** (4), 13 (2022)  
DOI: 10.1080/10448632.2022.2126716





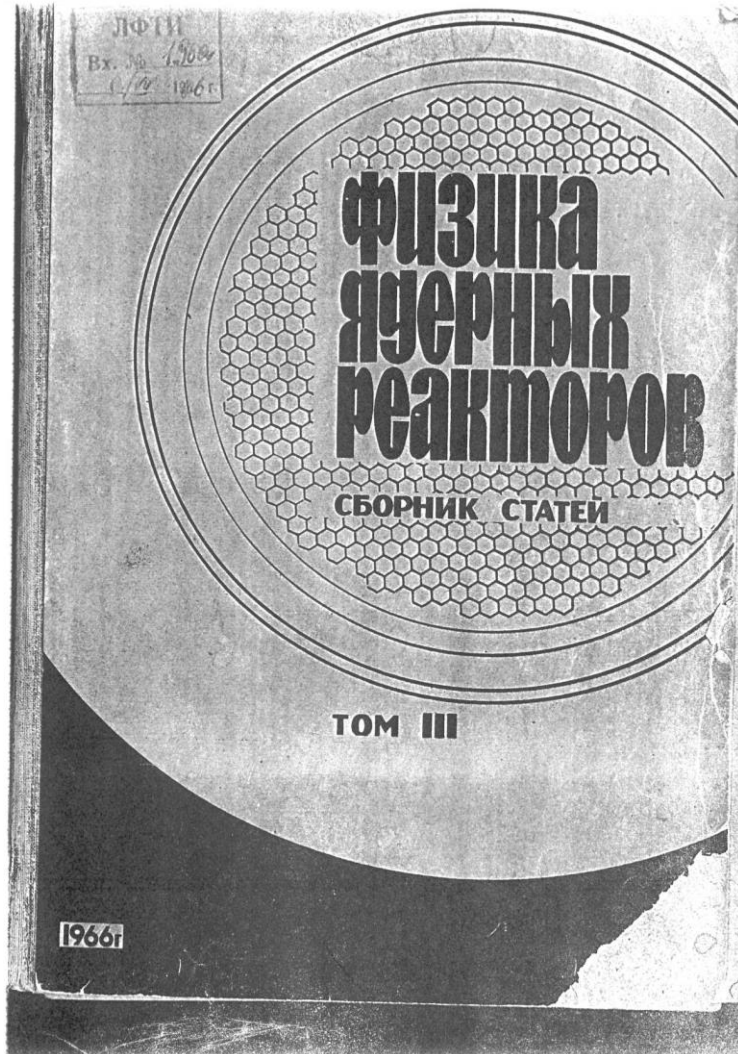
# С НОВЫМ ГОДОМ!!!







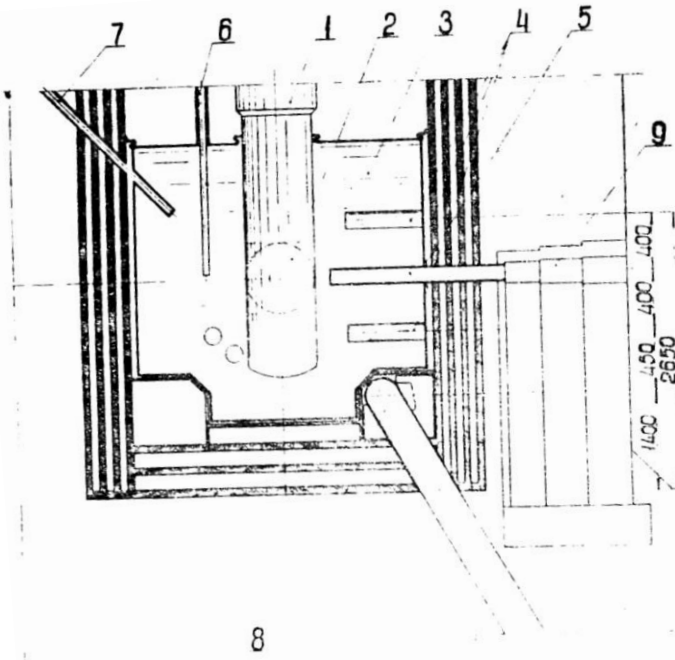
# Some history. First PIK mention



## РЕАКТОР ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ – ПИК

А.Н.Ерыкалов, Д.М.Каминкер, К.А.Коноплев,  
Ю.В.Петров, В.М.Соколов.

### КРАТКАЯ СЪЮЖКА ПАРАМЕТРОВ РЕАКТОРА ПИК



Назначение	- Научно-исследовательски
Мощность средняя	- 10 Мвт
Мощность максимальная	- 100 Мвт
Объём активной зоны	- 50 ± 60 л
Среднее удельное энерговыделение	- 2 ± 1,6 Мвт/л.
Замедлитель и теплоноситель	- H <sub>2</sub> O
Тип ТВЭ	- CM-2
Загрузка U 235	- 20 - 24 кг
Обогащение	- 90%
Доля металла в активной зоне	- 30 ± 40%
Число ловушек	- 1
Заполнитель ловушки	- H <sub>2</sub> O
Максимальный невозмущенный поток в ловушке	- (4±5)10 <sup>15</sup> н/см <sup>2</sup> сек.
Отражатель	- D <sub>2</sub> O
Число горизонтальных каналов	- 12 ± 15
Максимальный поток тепловых нейтронов в каналах при 100 Мвт	- ~ 10 <sup>15</sup> н/см <sup>2</sup> сек.
Давление в первом контуре	- 50 бар
Глубина выгорания горючего	- ~ 30%
Кампания	- ~ 5 · 10 <sup>3</sup> Мвт.суток.

# РЕАКТОР ПИК

1. РАСПОРЯЖЕНИЕ О СОЗДАНИИ	9.09.75г.
2. УСТАНОВЛЕННЫЙ СРОК ПУСКА РЕАКТОРА	1980г.
3. УТВЕРЖДЕННАЯ СМЕТНАЯ СТОИМОСТЬ РЕАКТОРА В Т.Ч. СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ	24 М.РУБ. 11,7 М.РУБ.
4. ОЦЕНКА СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПО УТВЕРЖДЕННЫМ ДОПОЛНЕНИЯМ К ТЕХ. ПРОЕКТУ	25-3 М.РУБ.
5. СТОИМОСТЬ I-ОЙ ОЧЕРЕДИ ЛАБОРАТОРИЙ КОМПЛЕКСА ПИК (АНИ-2 и МАК) ПО ТЕХ. ПРОЕКТУ В Т.Ч. СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ	9,7 М.РУБ. 5,6 М.РУБ.
6. ИТОГО: ПОЛНАЯ УТВЕРЖДЕННАЯ СТОИМОСТЬ I-ОЙ ОЧЕРЕДИ КОМПЛЕКСА	36,5 М.РУБ.
7. ВЫПОЛНЕНО С.М.Р. НА 1 ЯНВАРЯ 1978г. В Т.Ч. НА ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТАХ	3,2 М.РУБ. 1,5 М.РУБ.
8. СМЕТНАЯ СТОИМОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ РЕАКТОРА ОПЛАЧЕНО К 1 ЯНВАРЯ 1978г. ЗАКЛЮЧЕНО ДОГОВОРОВ И ЗАЯВЛЕНО	8 М.РУБ. 1,3 М.РУБ. 5,7 М.РУБ.
9. СМЕТНАЯ СТОИМОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ I-ОЙ ОЧЕРЕДИ ЛАБОРАТОРИЙ КОМПЛЕКСА ПИК ЗАКЛЮЧЕНО ДОГОВОРОВ И ЗАЯВЛЕНО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТАНОВЛЕННОГО СРОКА ПУСКА ТОЛЬКО ПО РЕАКТОРУ НУЖНО ОСВОИТЬ:	5,9 М.РУБ. 5,2 М.РУБ.
	1978 г.      1979 г.      1980 г.
	2 М.РУБ.      4,5 М.РУБ.      5,4 М.РУБ.
ПРИ ПЛАНЕ ЦУКСА АН СССР	
2	2,5      3,41

# РЕАКТОР ВВР-М

1. ГОД ПУСКА
2. ПРОЕКТНАЯ МОЩНОСТЬ, Мвт
3. НОМИНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ, Мвт
4. СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ ПОТОКА ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ  
В ВЕРТИКАЛЬНЫХ КАНАЛАХ (ДЛЯ МОЩНОСТИ 15 Мвт)  $\frac{1}{\text{см}^2}$
5. МАКСИМАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ ПОТОКА ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ  
В "ЛОВУШКЕ" АКТИВНОЙ ЗОНЫ  $\text{н/см}^2\text{сек}$
6. КОЛИЧЕСТВО ВЕРТИКАЛЬНЫХ КАНАЛОВ ОБЛУЧЕНИЯ ИЗОТОПОВ
7. КОЛИЧЕСТВО ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КАНАЛОВ  
а) ПЕРВОНАЧАЛЬНОЕ (ВСЕ РАДИАЛЬНЫЕ)  
б) ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ, ЗАВЕРШЕННОЙ В 1969г.  
В ТОМ ЧИСЛЕ КАСАТЕЛЬНЫЕ
8. КОЛИЧЕСТВО РАДИОАКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ
9. КОЛИЧЕСТВО ОБЛУЧЕННЫХ ОБРАЗЦОВ  
В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КАНАЛАХ  
ЗОНЕ
10. ПЕРИОД НАДЗОРА СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ  
КОРПУСА  
ТРУБОПРОВОДА



# РЕАКТОР ВВР-М30

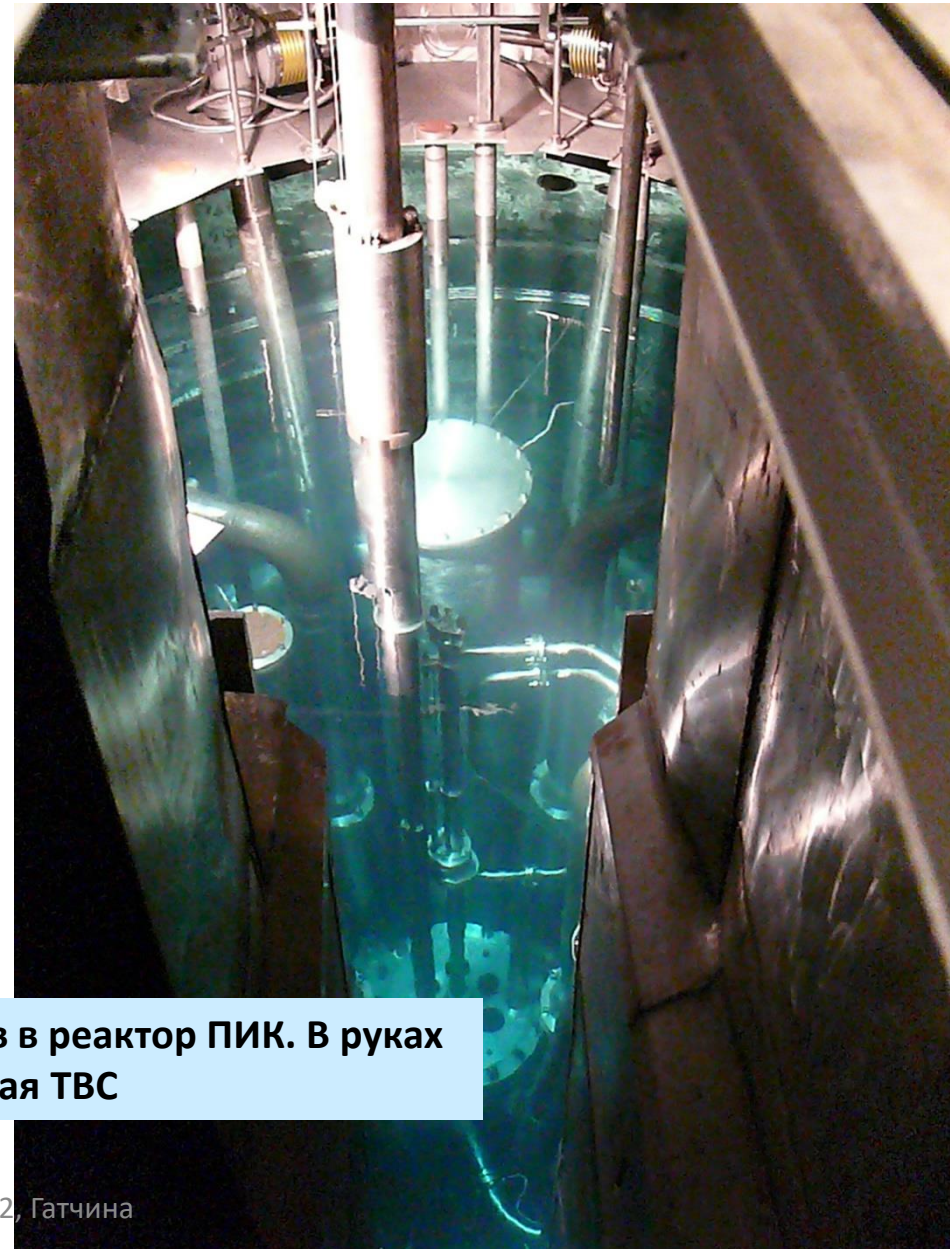
ПРОВЕДЕНИЕ СР  
СООТВЕТСТВИЕ  
ЗАМЕНА УСТАРЕ  
И ПОВЫШЕНИЕ  
ДО 25



## Физический пуск - 2011



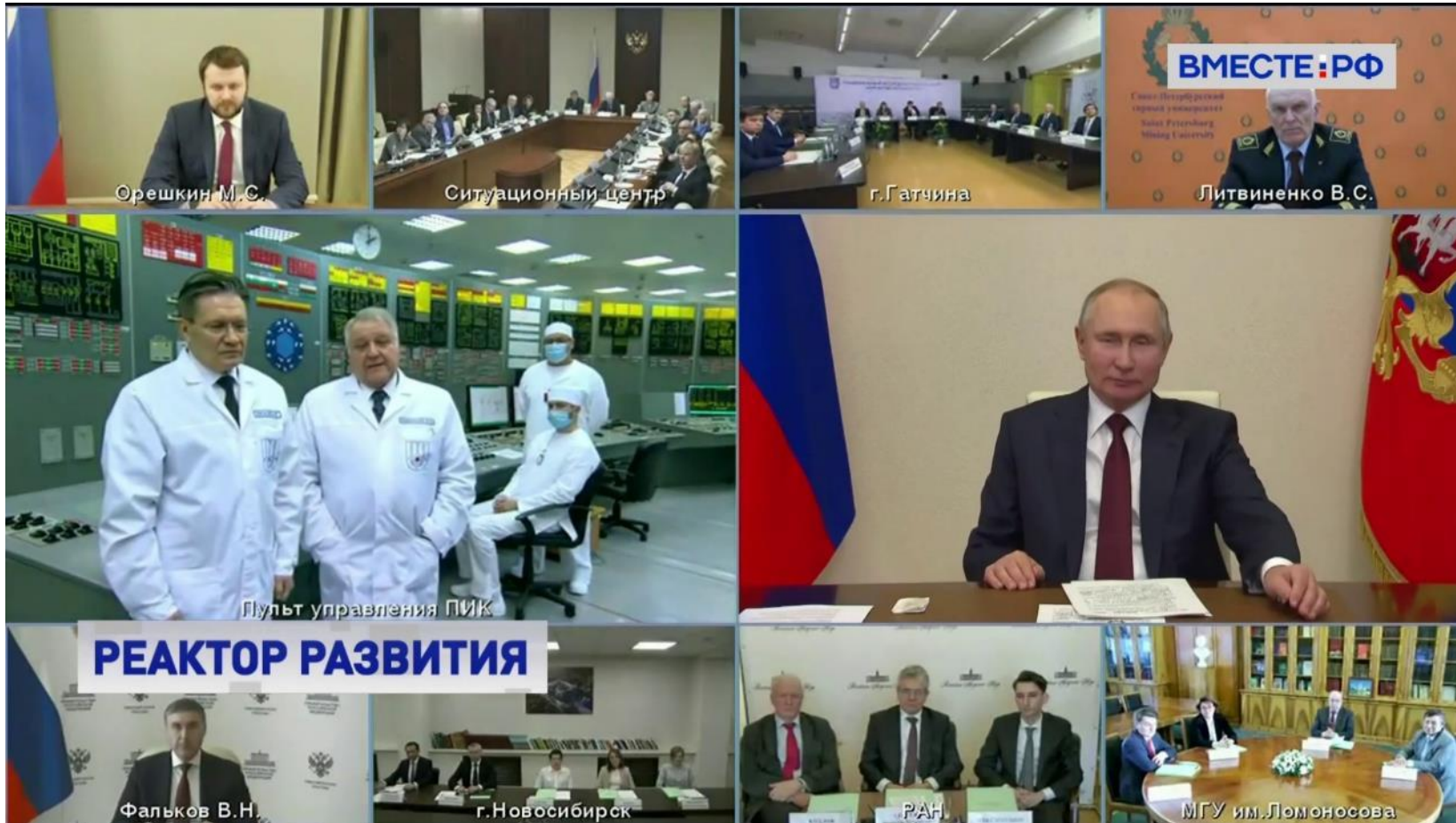
**Загрузка топливных элементов в реактор ПИК. В руках Кира Александровича настоящая ТВС**





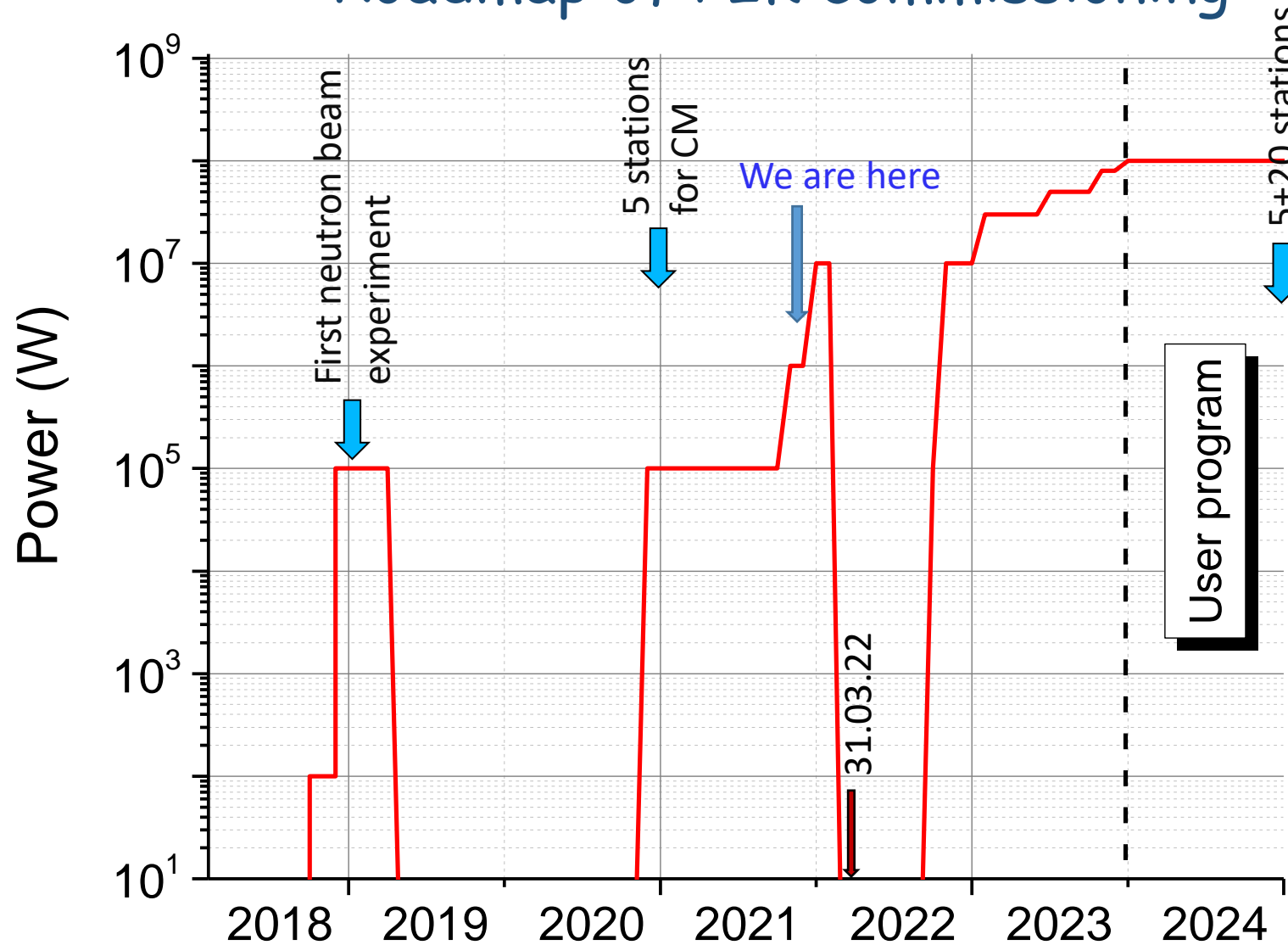
8 February 2021.

The energetic regime was started by Russia president Vladimir Putin

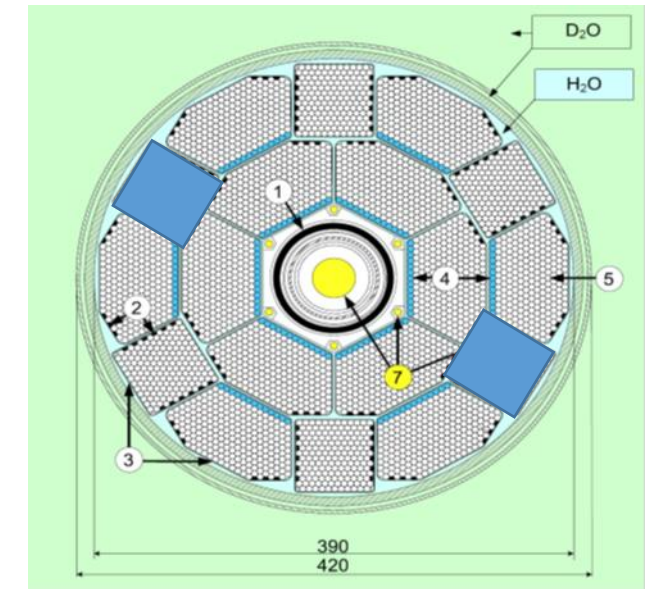


- 1975 – Start construction
- 1986 – Completed at 80% but Chernobyl accident
- 1991 – Continuation of construction but revolution
- 1991-1999 – stagnation
- 1999 – Continuation of construction but volatile funding
- 2009 – “First day” complex for 100W
- 2010 – PNPI join to program NRC KI
- 2011 – Physical start (100W)
- 2013 – Complex for 100kW
- Commissioning**
- 2018 – 100kW
- 2020 – **license for 10MW**
- 2021 – 10 MW**
- 2023 – 100 MW

# Roadmap of PIK commissioning

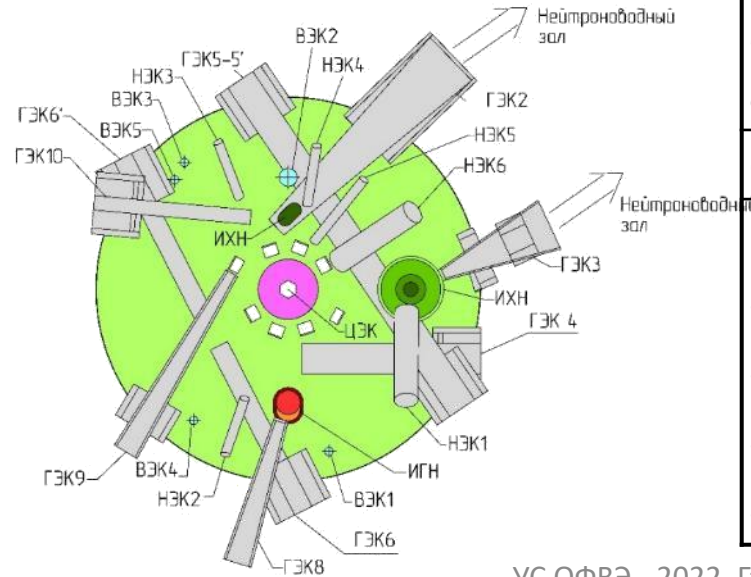
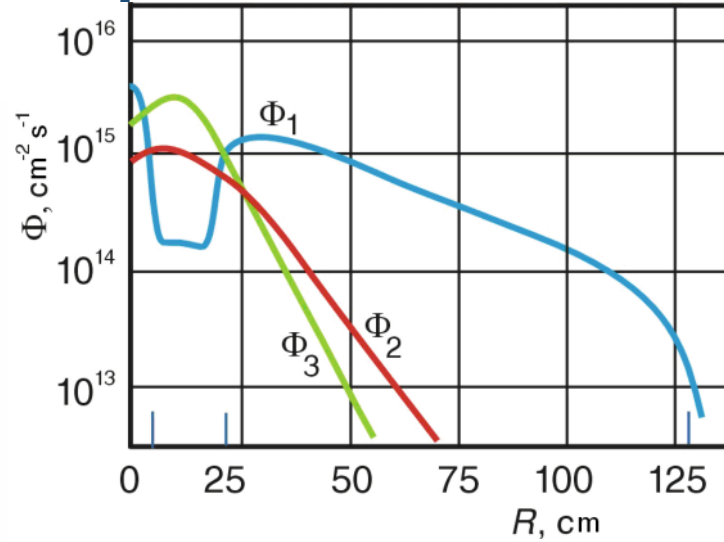
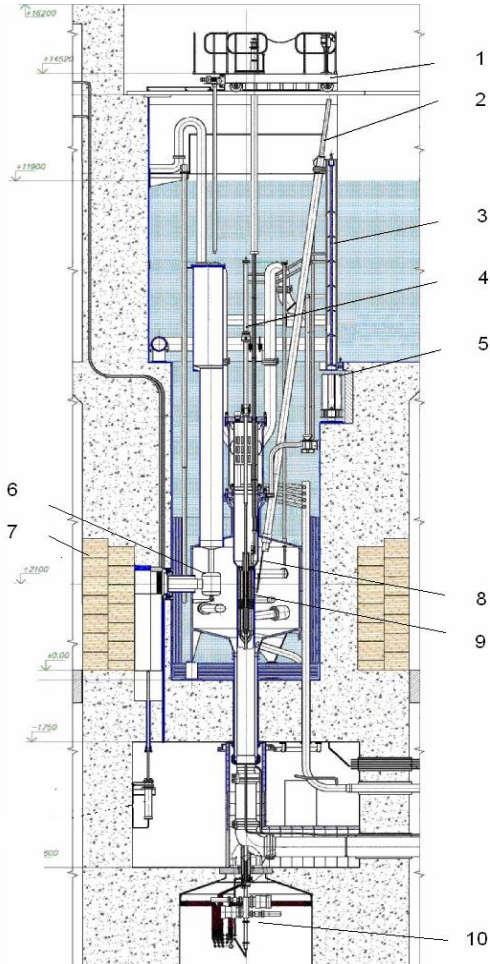


Currently the **10 megawatts power** expected





# Reactor PIK parameters



	Value
Power	100 MW
Reactor core volume	50 l
Core height	500 mm
Coolant	H <sub>2</sub> O
Reflector	D <sub>2</sub> O
Maximal neutron flux in moderator	1.3×10 <sup>15</sup> n/cm <sup>2</sup> c
Maximal neutron flux in central trap	5×10 <sup>15</sup> n/cm <sup>2</sup> c
Operation cycle	~30 day
Experimental channels	
- Horizontal (HEC)	10
- Vertical (VEC)	6
- Inclined (IEC)	6
- Central (CEC)	1





# Comparison of PIK with the best reactors

Europe without PIK  
(from C.Carlile, NOP-2017, Nara, Japan)

## Beam Days - Baseline

Установка, местоположение	Год ввода в эксплуатацию	Тепловая мощность, МВт	Максимальная плотность потока, $10^{15}$ н/см <sup>2</sup> ·с	Число пучковых позиций для инструментов
ПИК Гатчина, Россия	2022 (план)	100	5.0	до 50
HFR Гренобль, Франция	1971	58	1.5	40
HFIR Окридж, США	1965 (2007 после модернизации)	85	3.0	15
FRM-2 Мюнхен, Германия	2005	20	0.8	27
HANARO Таэджон, Ю. Корея	1995	30	0.45	7
OPAL Сидней, Австралия	2006	20	0.4	10
ИБР-2 Дубна, Россия	1984	2	0.01 (10 в импульсе)	14

