



РЕАКТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ТИК

Состояние на конец 2019

Воронин В.В.



Реакторный комплекс ПИК

Нейтронный зал.
Визит президента Российской Федерации
В. В. Путина 30 апреля 2013 года

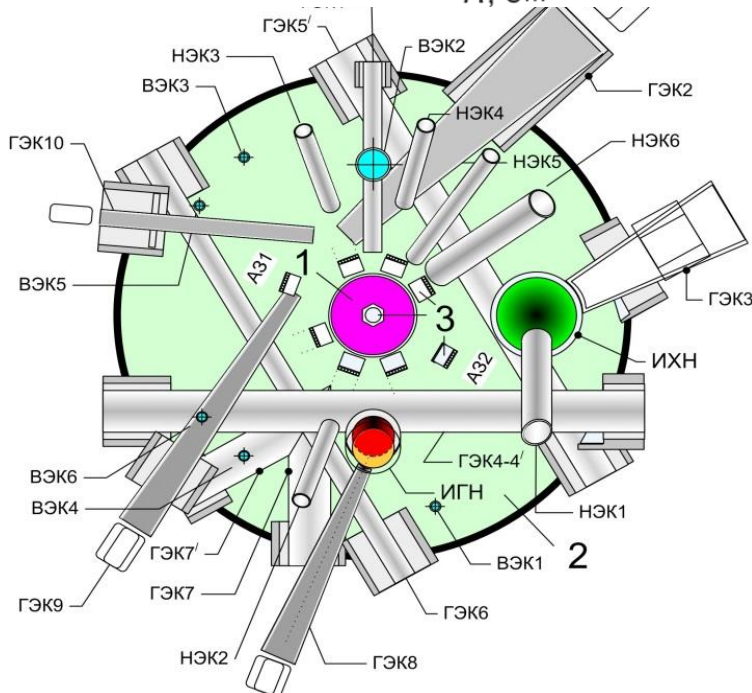
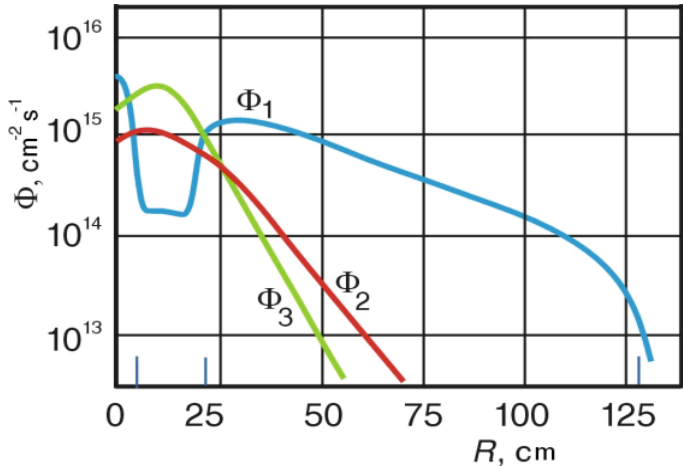
Загрузка топливных
элементов ПИК

$W = 100 \text{ МВт,}$
 $\Phi_n = 5 \cdot 10^{15} \text{ н/см}^2 \cdot \text{с.}$
Физика конденсированного
состояния, биология, физика
наносистем, полимеров, жидкостей.
Нейтронная и ядерная физика.
Ультрахолодные нейтроны:
физика элементарных частиц,
фундаментальные
эксперименты

Идея (первая публикация) – 1955 г.
Начало строительства – 1976 г.
Чернобыльская авария – 1986 г.
Строительство заморожено – 1990-2000 гг.
Возобновление финансирования – 2000 г.
Целевое финансирование – 2007 г.
Вхождение ПИЯФ в НИЦ КИ – 2011 г.
Физический пуск – 2011 г.
Ввод комплекса зданий – 2015 г.
Энергопуск – настоящее время (2019 г.)



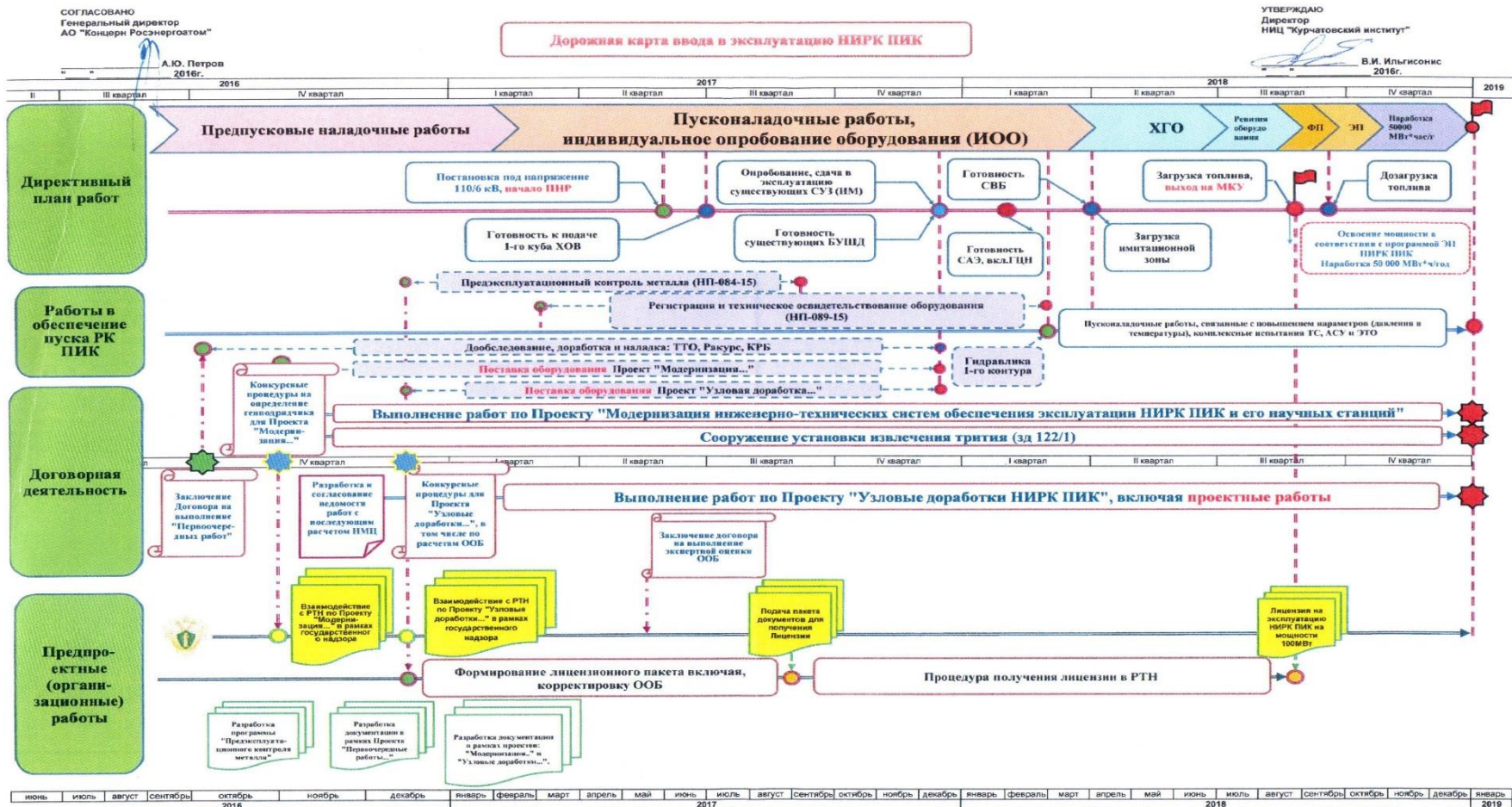
Параметры реактора ПИК



Параметр	Значение
Максимальная тепловая мощность	100 МВт
Объем активной зоны	50 л
Высота активной зоны	500 мм
Теплоноситель	H ₂ O
Отражатель	D ₂ O
Максимальная плотность потока нейтронов в отражателе	1.3x10 ¹⁵ n/cm ² c
Максимальная плотность потока нейтронов в центральной ловушке	5x10 ¹⁵ n/cm ² c
Операционный цикл	~30 дней
Экспериментальные каналы	23
- горизонтальный (ГЭК)	10 (3 сквозных)
- вертикальный (ВЭК)	6
- наклонный (НЭК)	6
- центральный (ЦЭК)	1



Дорожная карта ввода в эксплуатацию ИЯУ ПИК



СОГЛАСОВАНО
Директор ФГБУ "ПИЯФ"
НИЦ "Курчатовский институт"
Д.Ю. Минкин
2016г.

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по общим вопросам
НИЦ "Курчатовский институт"
А.В. Алтынбаев
2016г.

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по атомной энергетике и ядерным технологиям
НИЦ "Курчатовский институт"
Ю.М. Семченков
2016г.

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
АО "Альянс-Гамма"
А.Э. Арустамов
2016г.

СОГЛАСОВАНО
Директор-Генеральный конструктор
АО "НИКИЗТ"
Ю.Г. Драгунов
2016г.

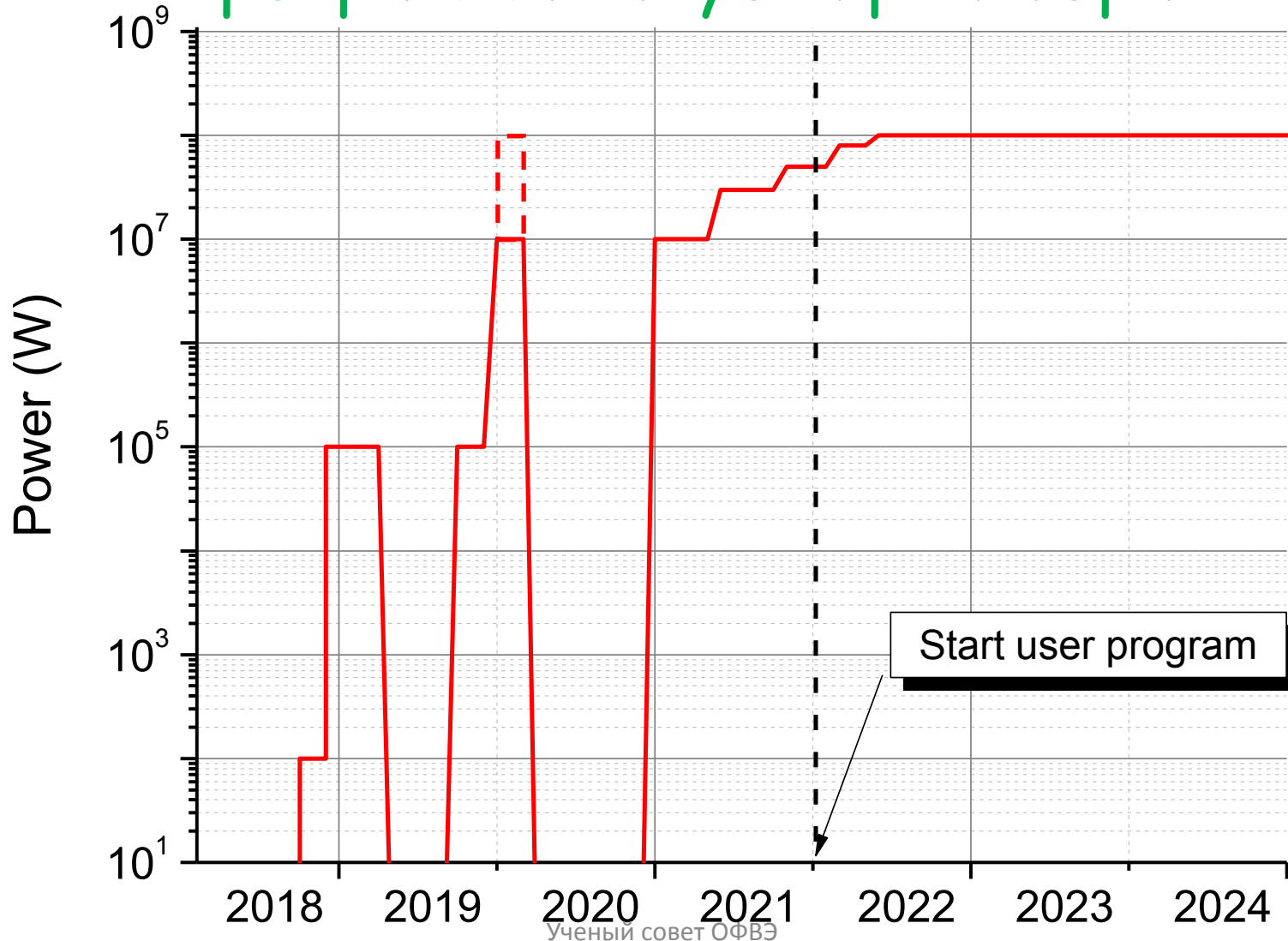
СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
АО "Атомэнергосбыт"
Ю.М. Марков
2016г.

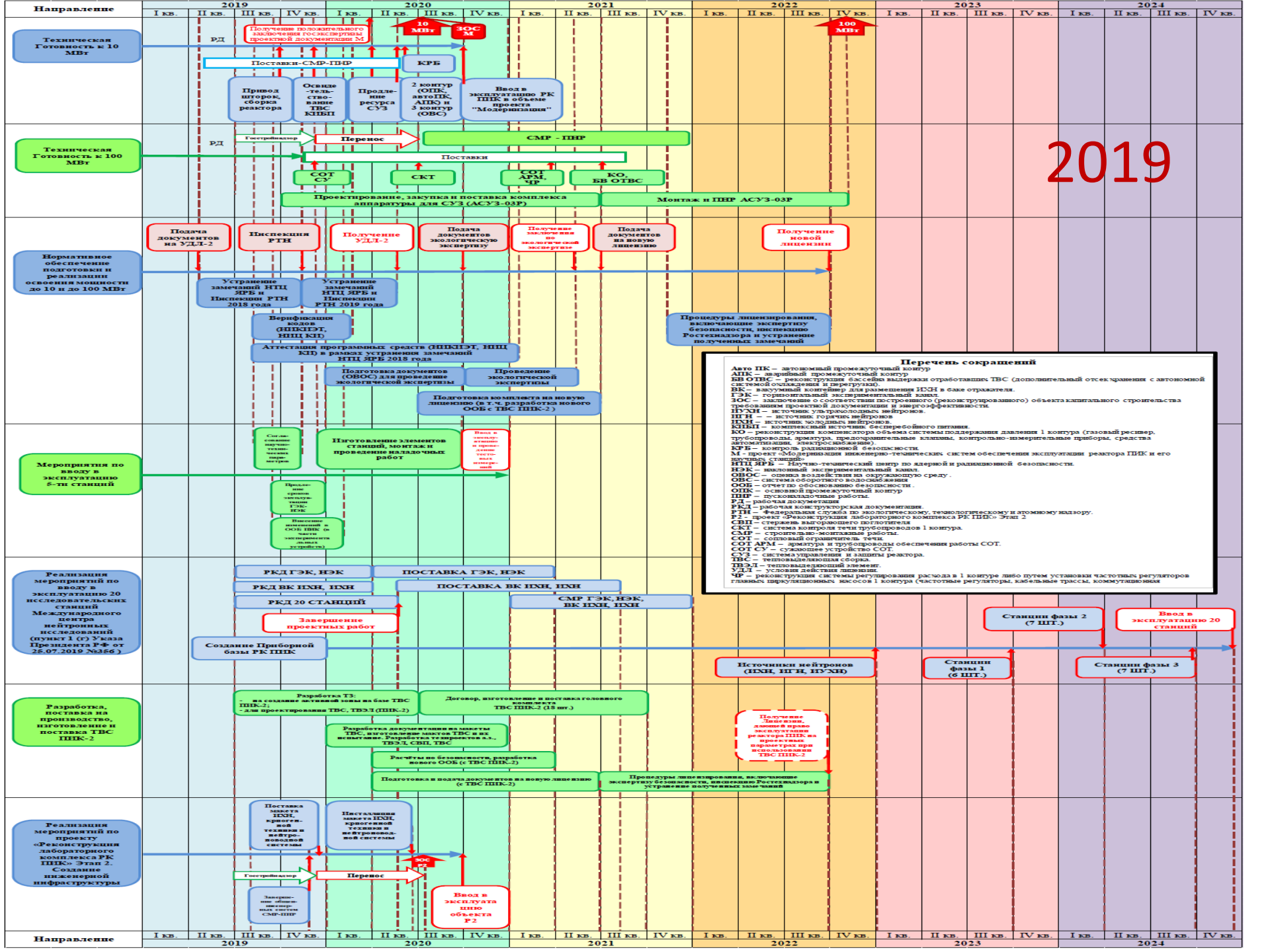
СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
АО "Атомэнергоремонт"
С.В. Петров
2016г.

Ученый совет ОФЭА



Программа запуска реактора 2018





2019

Перечень сокращений

Авто ПК – автономный промежуточный контур
 АПК – аварийный промежуточный контур
 БСОПЭС – реконструкция бассейна выдержки отработавших ТВС (дополнительный отсек хранения с автономной системой охлаждения и регенерации)
 ВКС – вакуумный контейнер для размещения ИЭЦН в сарже отработавших
 ГЭК – горизонтальный экспериментальный канал
 ЗОС – автономное сооружение построенного (реконструированного) объекта капитального строительства требованиям проектной документации и энергонеэффективности
 ИУХИ – источник ультракоротковолновых нейтронов
 ИЭЦН – источник горячих нейтронов
 ИЭЦН – источник тепловых нейтронов
 КЭН – реконструкция комплекса объема системы поддержания давления и контура (газовый ресивер, трубопроводы, арматура, предохранительные клапаны, контрольно-измерительные приборы, средства автоматизации, клапаны, расходомеры)
 КРБ – контроль радиационной безопасности
 М – проект «Объединения инженерно-технических систем обеспечения эксплуатации реактора ПИК и его контуров станций»
 НИЦ ЯЭЯ – научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности
 НЭК – маломощный экспериментальный канал
 ОБОС – оценка воздействия на окружающую среду
 ОСБ – система оборотного водообъема
 ОФБ – ответ на обоснование безопасности
 ОПК – основной промежуточный контур
 ПНР – пусконаладочные работы
 РД – рабочая документация
 РДЛ – рабочая конструкторская документация
 РТН – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору
 РЭ – проект «Реконструкция лабораторного комплекса РК ПИК-2»
 СЭП – система контроля на тепле трубопроводов и контура
 СМР – строительные-монтажные работы
 СОТ – основной ограничитель тепле
 СОТ АРМ – арматура и трубопроводы обеспечения работы СОТ
 СОТ СУ – сварочное устройство СОТ
 СУЗ – система управления и защиты реактора
 ТЭС – тепловая силовая сборка
 ТВЭЛ – тепловыделяющий элемент
 УЭИ – условия действия лицензия
 ЧР – реконструкция системы регулирования расхода в 1 контуре либо путем установки частотных регуляторов главных циркуляционных насосов 1 контура (частотные регуляторы, кабельные трассы, коммутирующие)

Направление

Техническая Готовность к 10 MWt

Техническая Готовность к 100 MWt

Нормативное обеспечение подготовки и реализации основной мощности до 10 и до 100 MWt

Мероприятия по вводу в эксплуатацию 5-ти станций

Реализация мероприятий по вводу в эксплуатацию 20 исследовательских станций Международного центра нейтронов (пункт 1 (г) Указа Президента РФ от 25.07.2019 №386)

Разработка, поставка на производство, изготовление и поставка ТВС ПИК-2

Реализация мероприятий по проекту «Реконструкция лабораторного комплекса РК ПИК-2. Создание инженерной инфраструктуры»

Направление

2019 I кв. II кв. III кв. IV кв.

2020 I кв. II кв. III кв. IV кв.

2021 I кв. II кв. III кв. IV кв.

2022 I кв. II кв. III кв. IV кв.

2023 I кв. II кв. III кв. IV кв.

2024 I кв. II кв. III кв. IV кв.

РД

Получение положительного заключения государственной экспертизы проектной документации

Поставки СМР-ПНР

Привод шпорок, сборка реактора

Осуществление строительства в здании ТВС ПИК-2

Продление ресурса СУЗ

2 контур (ОПК, автоПК, АПК) и 3 контур (ОБС)

Ввод в эксплуатацию РК ПИК в объеме проекта "Модернизация"

10 MWt

300С М

100 MWt

Перенос

СМР - ПНР

Поставки

СОТ АРМ ЧР

КО, БВ ОТВС

Проектирование, закупка и поставка комплекса аппаратуры для СУЗ (АСУЗ-03Р)

Монтаж и ПНР АСУЗ-03Р

Получа документов на ЗДЛ-2

Испытания РТН

Получение ЗДЛ-2

Получа документов экологической экспертизу

Получение заключения по экологической экспертизе

Получа документов на новую лицензию

Получение новой лицензии

Устранение замечаний НТЦ ЯЭЯ и Испытания РТН 2018 года

Устранение замечаний НТЦ ЯЭЯ и Испытания РТН 2019 года

Верификация кодов (ИНКЛЭТ, ИНЦ КИД)

Аттестация программных средств (ИНКЛЭТ, ИНЦ КИД) в рамках устранения замечаний НТЦ ЯЭЯ 2018 года

Подготовка документов (ОВОС) для проведения экологической экспертизы

Проведение экологической экспертизы

Подготовка комплекта на новую лицензию (в г.ч. разработка нового ОБОС с ТВС ПИК-2)

Система обеспечения безопасности эксплуатации

Изготовление элементов ступени, монтаж и проведение наладочных работ

Меню в разработке элементов ступени

Проведение испытаний элементов ступени

Испытания элементов ступени

РД ГЭК, ВЭК

Поставка ГЭК, ВЭК

РД ВК ИЭЦН, ИЭН

Поставка ВК ИЭЦН, ИЭН

РД 20 СТАНЦИЙ

СМР ГЭК, ВЭК, ВК ИЭЦН, ИЭН

Завершение проектных работ

Создание Приборной базы РК ПИК

Разработка ТЗ на создание датчиков зоны на базе ТВС ПИК-2, для проектирования ТВС, ТВЭЛ (ПИК-2)

Договор, изготовление и поставка головного комплекта ТВС ПИК-2 (18 шт.)

Разработка документации на макеты ТВС, изготовление макетов ТВС в их исполнении. Разработка теплотехнических ТБЭЛ, СВН, ТВС

Расчеты на безопасность, разработка нового ОФБ (с ТВС ПИК-2)

Подготовка и подача документов на новую лицензию (с ТВС ПИК-2)

Процедуры лицензирования, включающие экспертизу безопасности, инспекцию Ростехнадзора и устранение полученных замечаний

Поставка макета ИЭЦН, проверка, установка и ввод в эксплуатацию

Поставка макета ИЭН, проверка, установка и ввод в эксплуатацию

300С М

Ввод в эксплуатацию объекта РЭ

Перенос

СМР-ПНР

Закрытие объекта СМР-ПНР

Станция фазы 2 (7 шт.)

Ввод в эксплуатацию 20 станций

Источники нейтронов (ИЭЦН, ИЭН, ИУХИ)

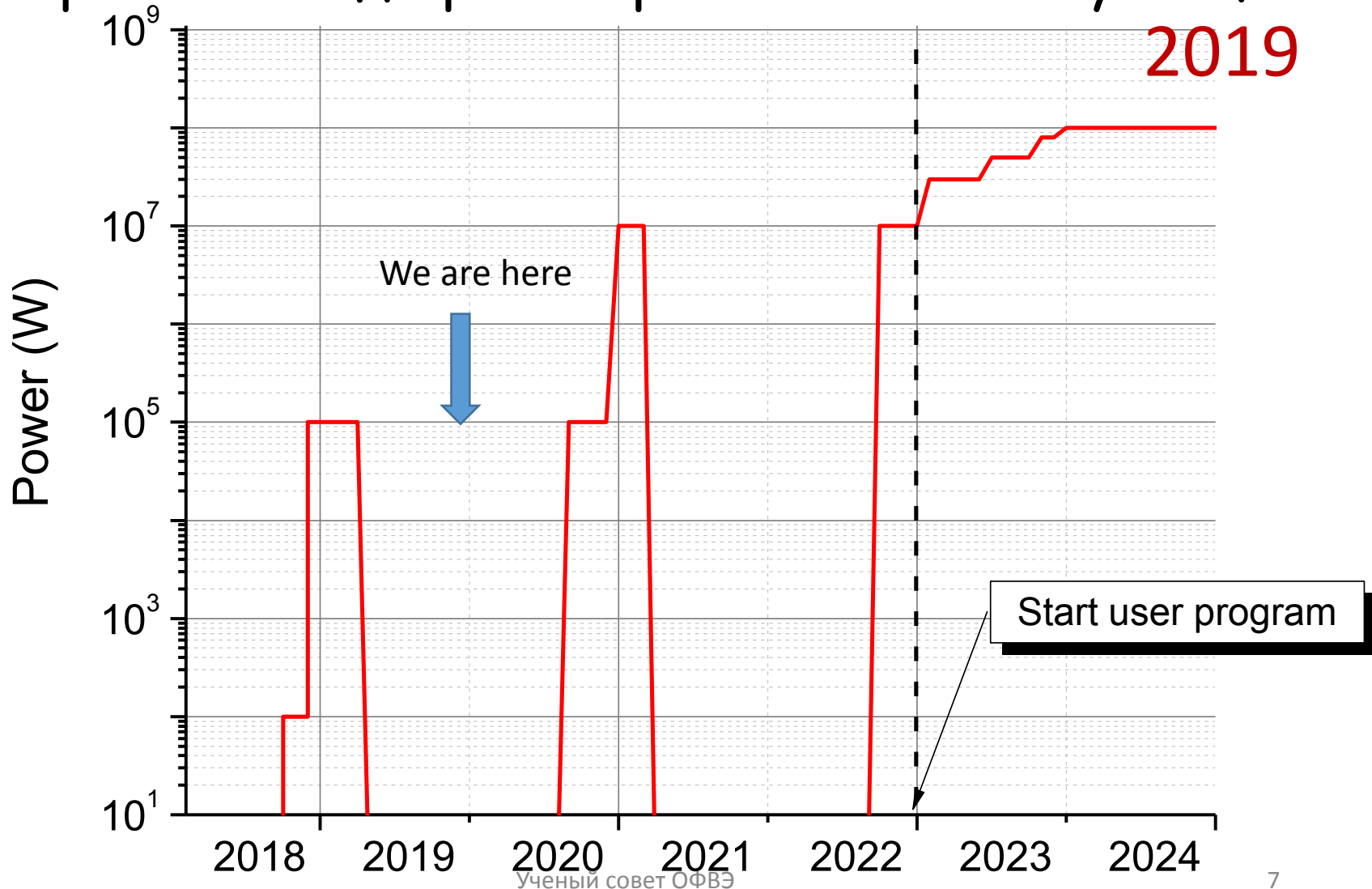
Станция фазы 1 (6 шт.)

Станция фазы 3 (7 шт.)

Получение Лицевого разрешения на ввод реактора ПИК в эксплуатацию при условии выполнения ТВС ПИК-2



Программа ввода реактора ПИК в эксплуатацию





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



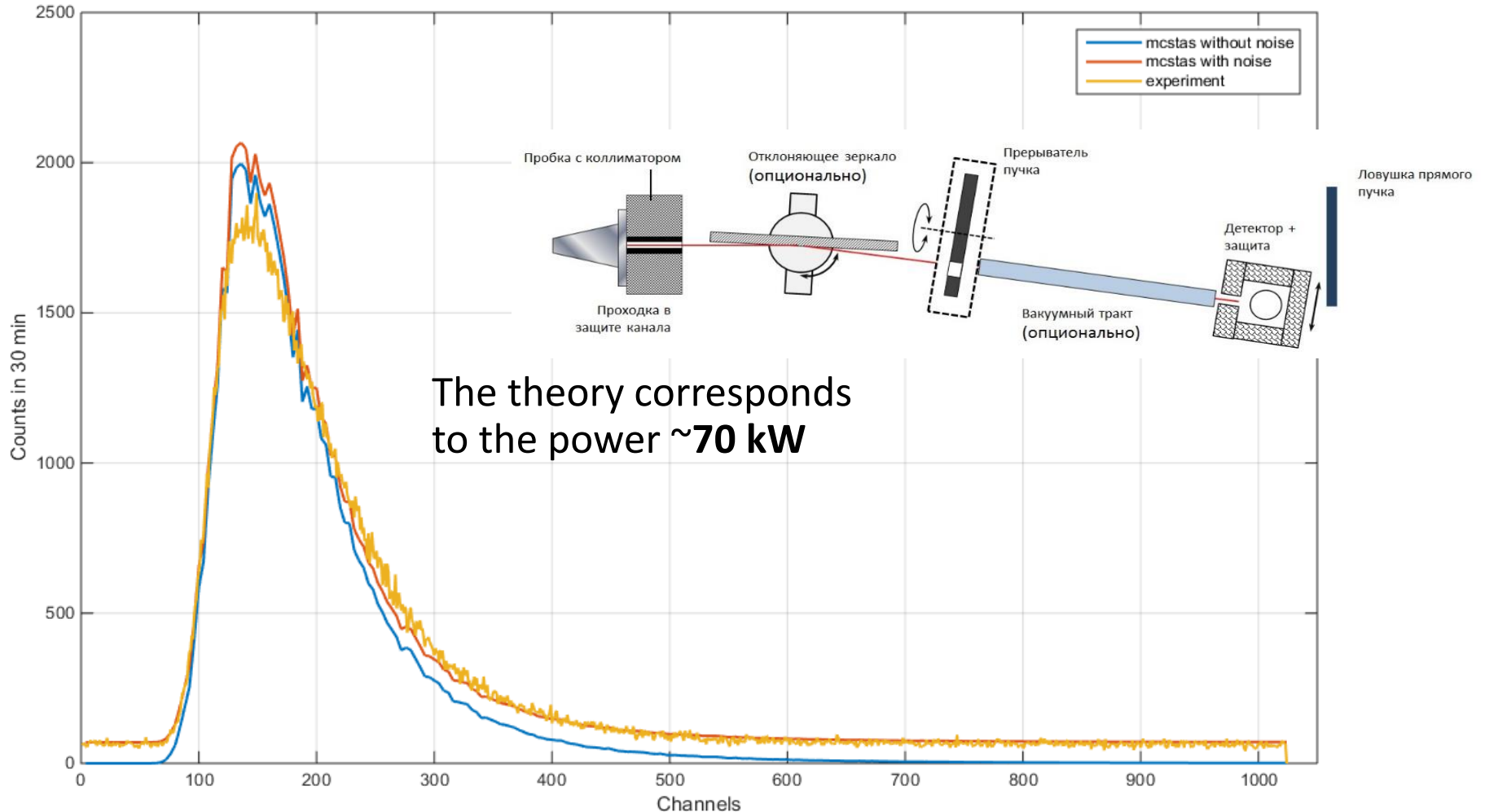
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
Россия, 188300, Ленинградская область, г. Гатчина, Орлова роща

Фотография TOF установки





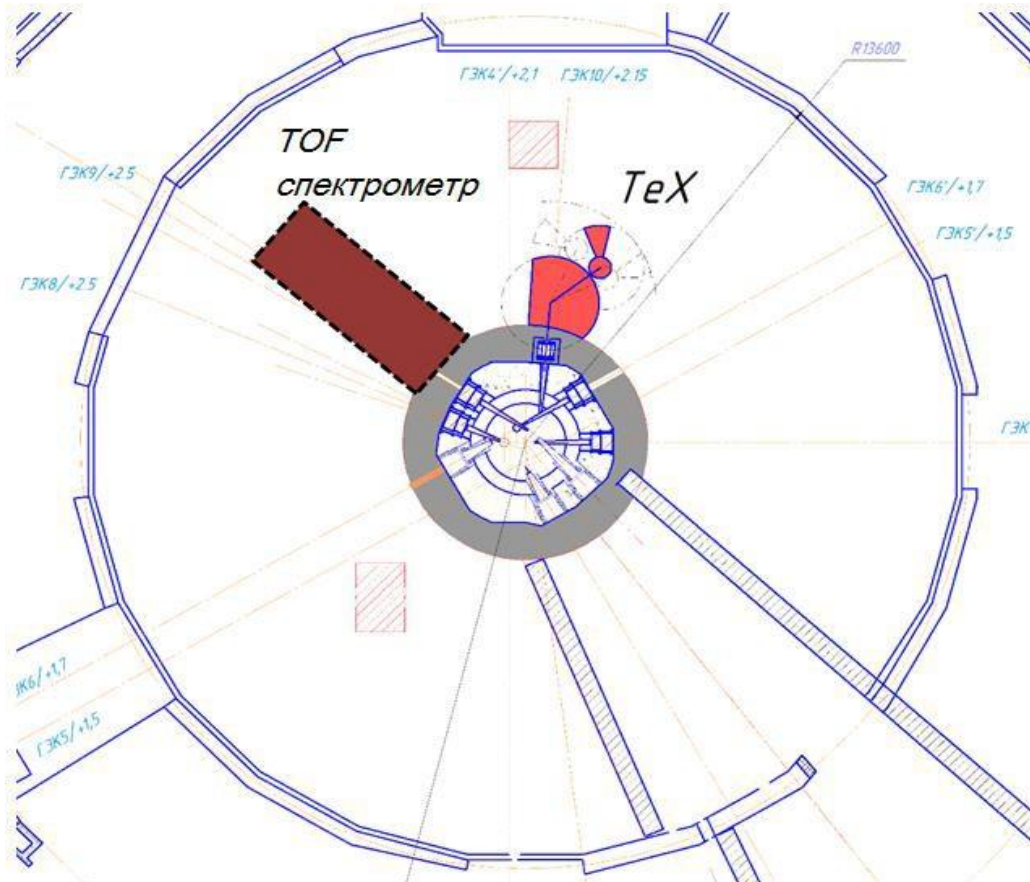
First TOF spectrum





План на 2019г (эксплуатационные расходы)

2018



8.02.2019 –
демонстрационный
эксперимент (вывод пучка и
измерение спектра
нейтронов) ГЭК-9

Август 2019 – модернизация
до рефлектометра для
проветри нейтроноводов
(P2)

Октябрь 2019 – установка
текстурного дифрактометра
TeX, ГЭК-10



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О мерах по развитию синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации

В целях комплексного решения задач ускоренного развития синхротронных и нейтронных исследований, необходимых для создания прорывных технологий, а также обеспечения создания и развития исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации п о с т а н о в л я ю:

ввод в эксплуатацию пяти исследовательских станций Международного центра нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора ПИК - до 31 декабря 2020 г.;

проектирование уникальной научной установки класса "мегасайенс" (о. Русский) и строительство здания для переноса конструктивных блоков и агрегатов источника синхротронного излучения "Зеленоград" - до 31 декабря 2021 г.;

модернизацию Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" - до 31 декабря 2022 г.;

создание источника синхротронного излучения поколения 4+ - до 31 декабря 2023 г.;

создание прототипа импульсного источника нейтронов на основе реакции испарительно-скальвующего типа - до 31 декабря 2024 г.;

ввод в эксплуатацию 20 исследовательских станций Международного центра нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора ПИК - до 31 декабря 2024 г.;

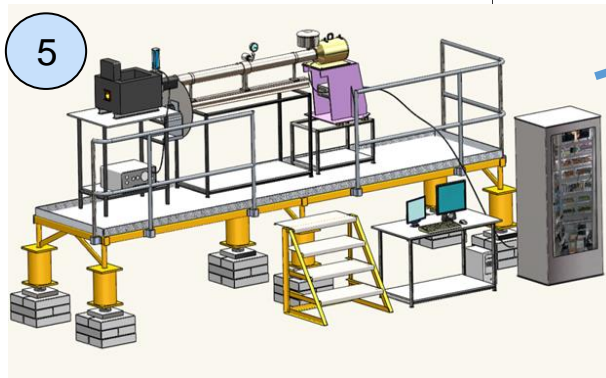
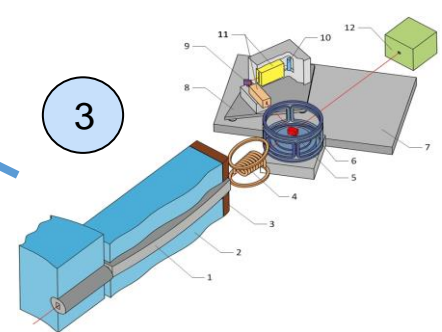
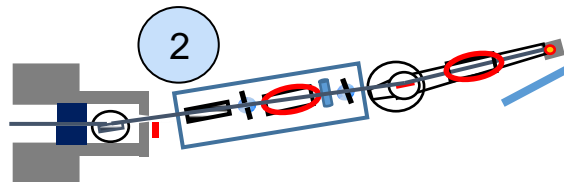
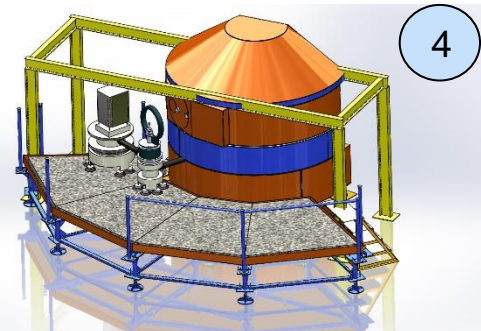
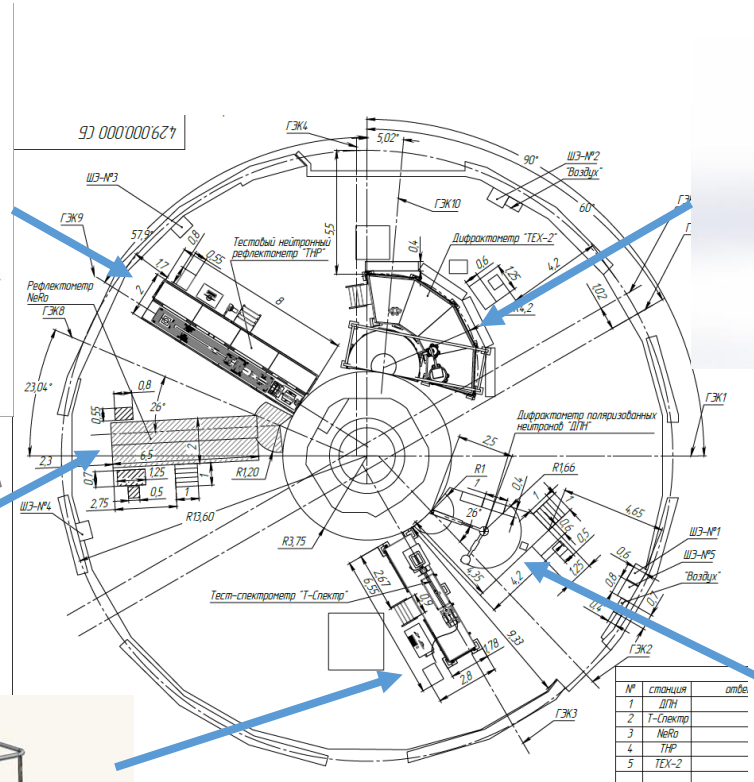
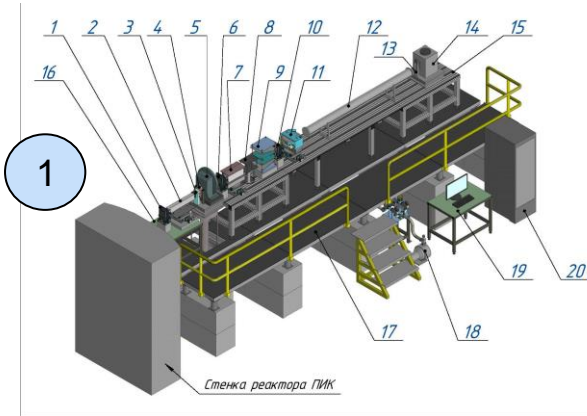


Президент
Российской Федерации

В.Путин

Москва, Кремль
25 июля 2019 года
№ 356

Этап 1. Расположение установок на РК ПИК (5 станций)



1. Тестовый нейтронный рефлектометр ТНР (НИЦ «КИ» - ПИЯФ)
2. Рефлектометр поляризованных нейтронов NERO (ГКСС)
3. Дифрактометр поляризованных нейтронов ДПН (НИЦ «КИ» - ПИЯФ)
4. Текстуриный дифрактометр TEX-2 (ГКСС)
5. Тестовый нейтронный спектрометр (НИЦ «КИ» - ПИЯФ)

№ станции	обоз.
1	ДПН
2	Т-Спектр
3	Нейро
4	ТНР
5	TEX-2



ФЦП «Приборная база реактора ПИК» (2019-2024гг). 2019 – Выделено финансирование. Начаты проектные работы

Источник холодных нейтронов (ИХН-2)

Источник горячих нейтронов (ИГН)

Источник ультрахолодных нейтронов (ИУХН)

Experimental stations for condensed matter (13)

- Diffractometers (3)
- Spectrometers of inelastic scattering (5)
- SANS machines (3)
- Reflectometers (2)

Experimental stations for fundamental physics (7)

- Fission physics (1)
- Stations with CN (2)
- Neutrino physics facility (1)
- Stations for nuclear spectroscopy (3)

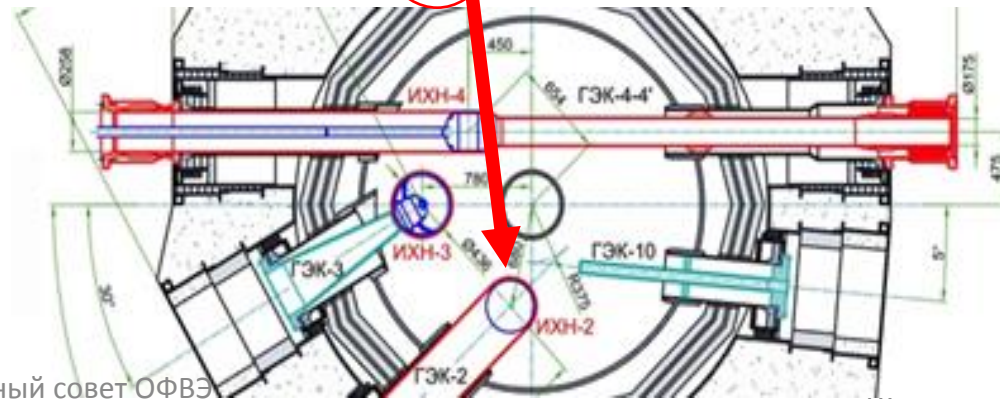
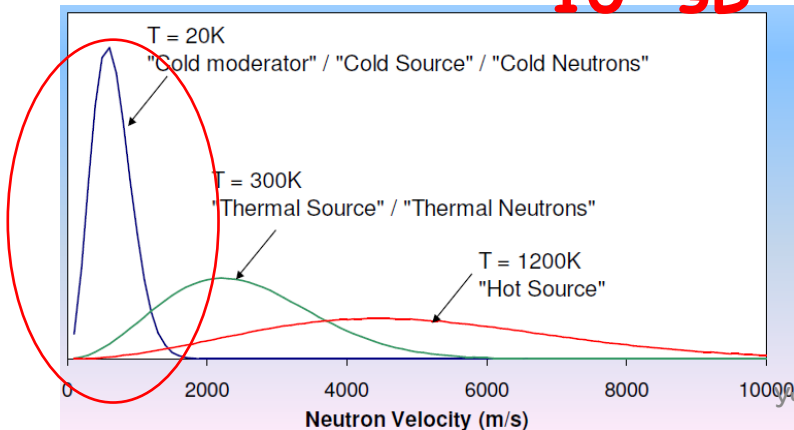


Cold neutron sources at PIK reactor

Cold neutron flux available for the users can be $\sim 7 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

Parameter	ANSTO	PIK (HEC-3)	PIK (HEC-2)	ILL (V/H)
Reactor power	20	100	100	57
CN flux density at the source, $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$	$1.65 \cdot 10^{14}$	$4 \cdot 10^{14}$	$5 \cdot 10^{14}$	$4.6 \cdot 10^{14} / 8 \cdot 10^{14}$
CN flux density at the exit from reactor, $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$	(1.8-2.5) 10^{10}	$6.0 \cdot 10^{10}$	$17.0 \cdot 10^{10}$	$10^{10} / 4 \cdot 10^{10}$
CN flux density at the neutronguide hall, $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$	$6.4 \cdot 10^9$	$\sim 13 \cdot 10^9$	$\sim ??? \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^9$

Нейтроны с энергией $\sim 10^{-3} \text{ эВ}$

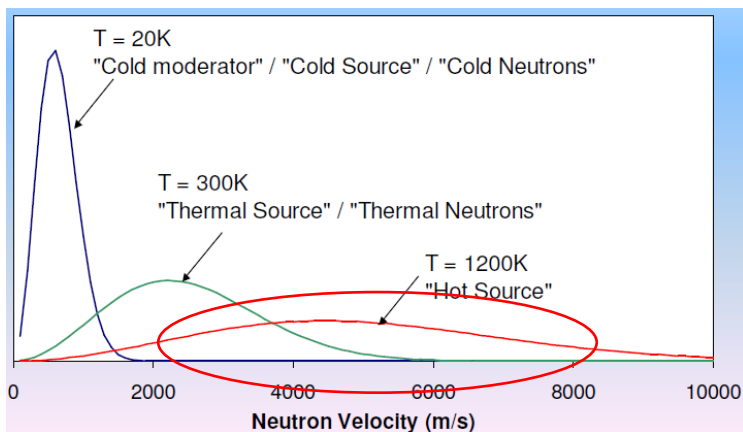
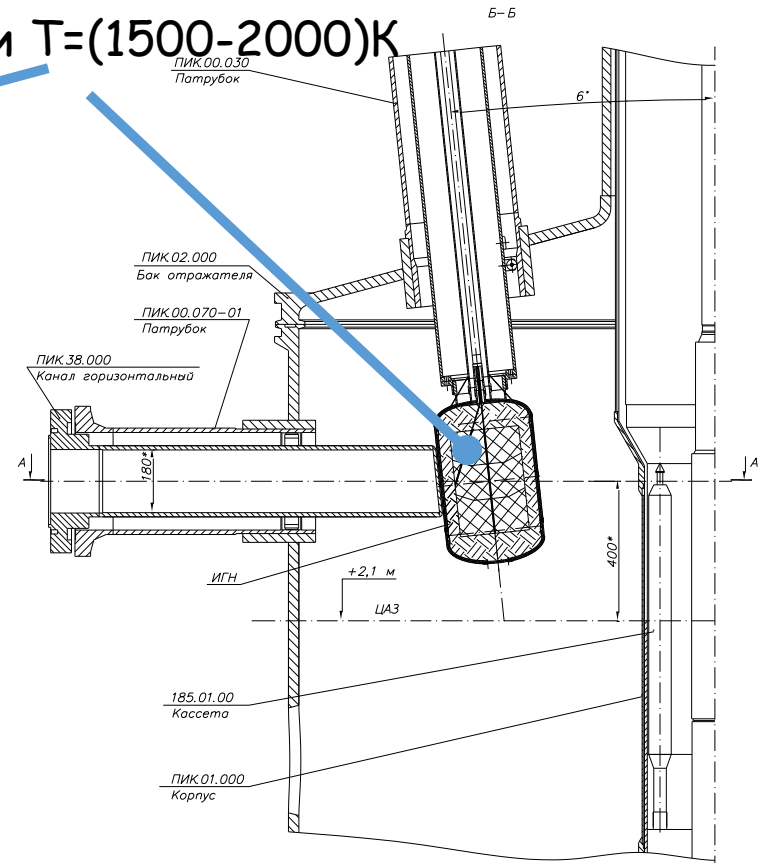
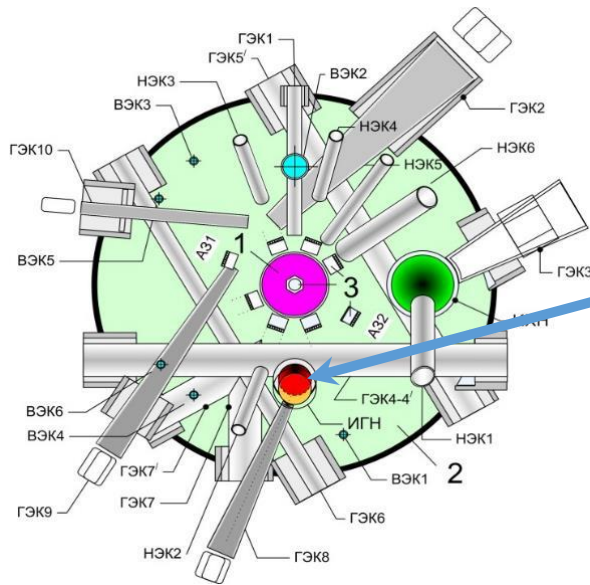


Источник горячих нейтронов

Нейтроны с энергией

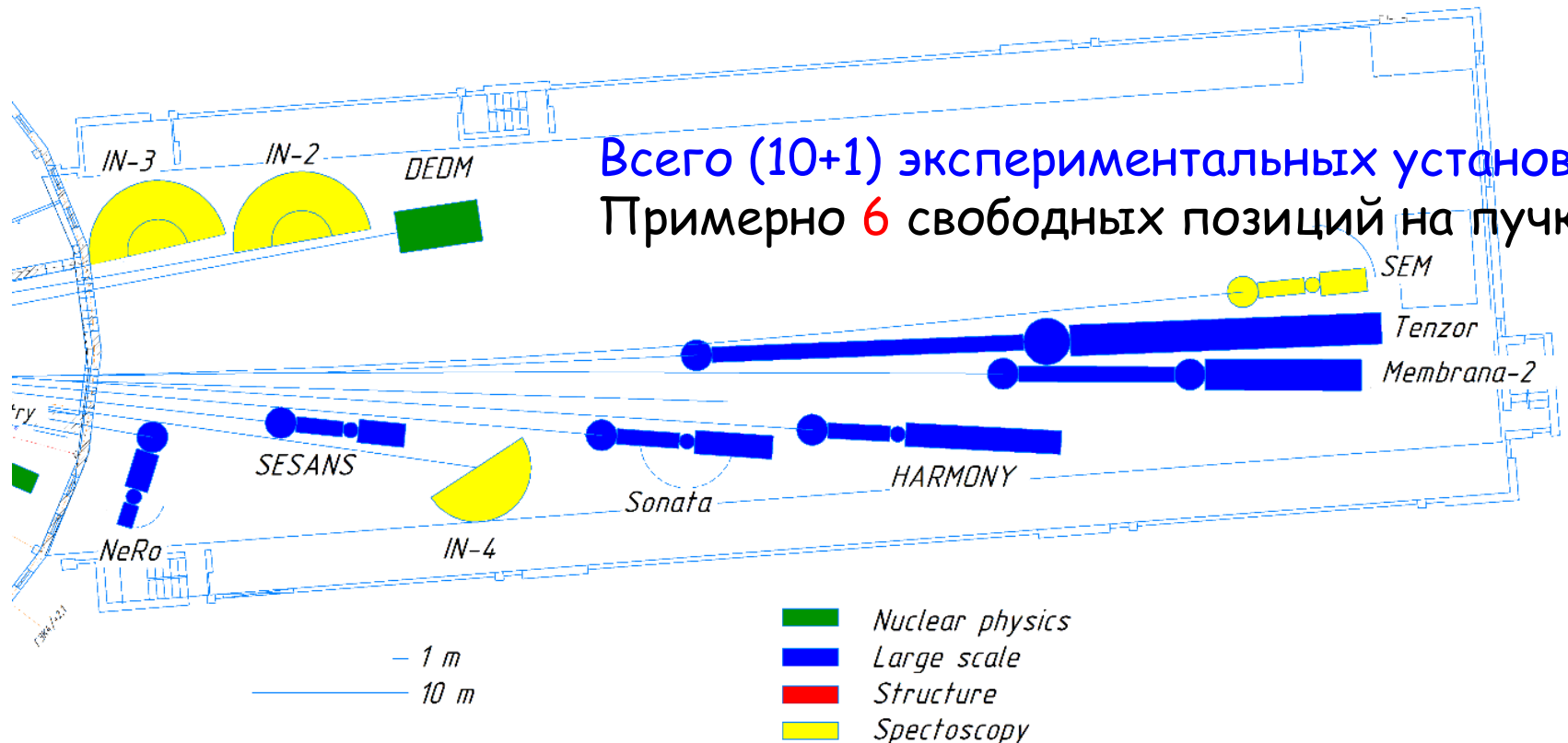
$\sim 10^{-1}$ эВ

Графит при $T=(1500-2000)$ К





Комплекс установок нейтронного зала



- IN-3 – Polarized thermal triple-axis spectrometer
- IN-2 – Cold triple-axis spectrometer
- NeRo – Polarized reflectometer
- D2 – Cold powder diffractometer
- SESANS – Small-angle spin echo diffractometer
- IN-4 – Time-of-flight spectrometer

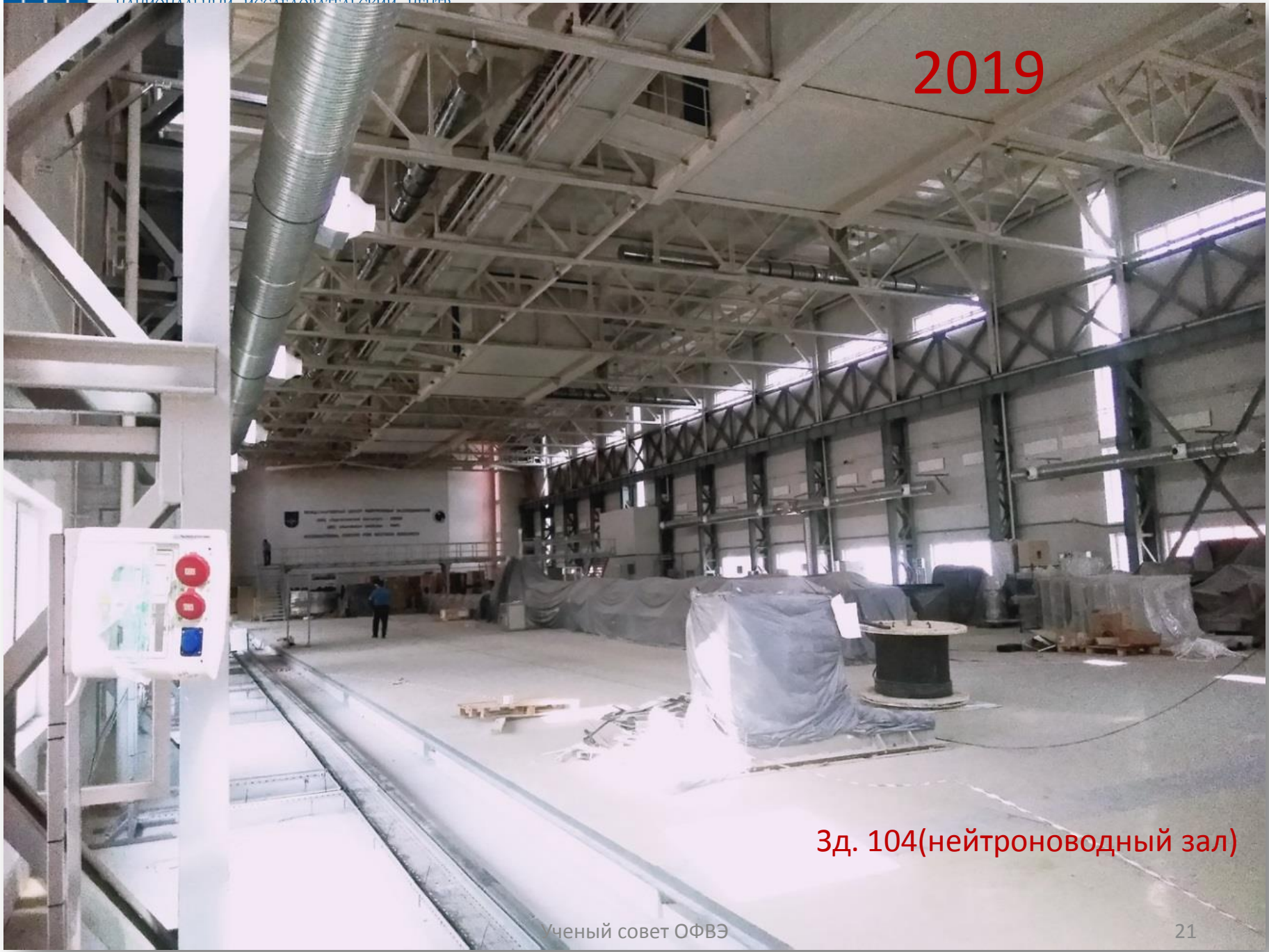
- SONATA – High-flux reflectometer
- HARMONY – Reflectometer with a vertical scattering plane
- Membrana-2 – Small-angle diffractometer
- Tensor – Polarized small-angle diffractometer
- SEM – Spin echo spectrometer
- DEDM – General instrument for studying properties of neutrons and

2018



Зд. 104(нейтроноводный зал)

2019



Зд. 104(нейтронный зал)



Зал горизонтальных каналов

Всего (7+4) экспериментальных установок.

Вторичные источники нейтронов:

ХН - 2 шт, УХН, ИГН

Свободные пучки отсутствуют

Neutrino – Detector of reactor antineutrino

D3 – High-flux powder diffractometer

DC1 – Thermal four-circle diffractometer

IN-1 – Thermal triple-axis spectrometer

Asymmetry – Correlation cold neutron spectrometer

IRINA – Research of r/a isotope

D1 – High-resolution powder diffractometer

UCNS - Ultra cold neutron source

TeX – Four-circle diffractometer for texture analysis

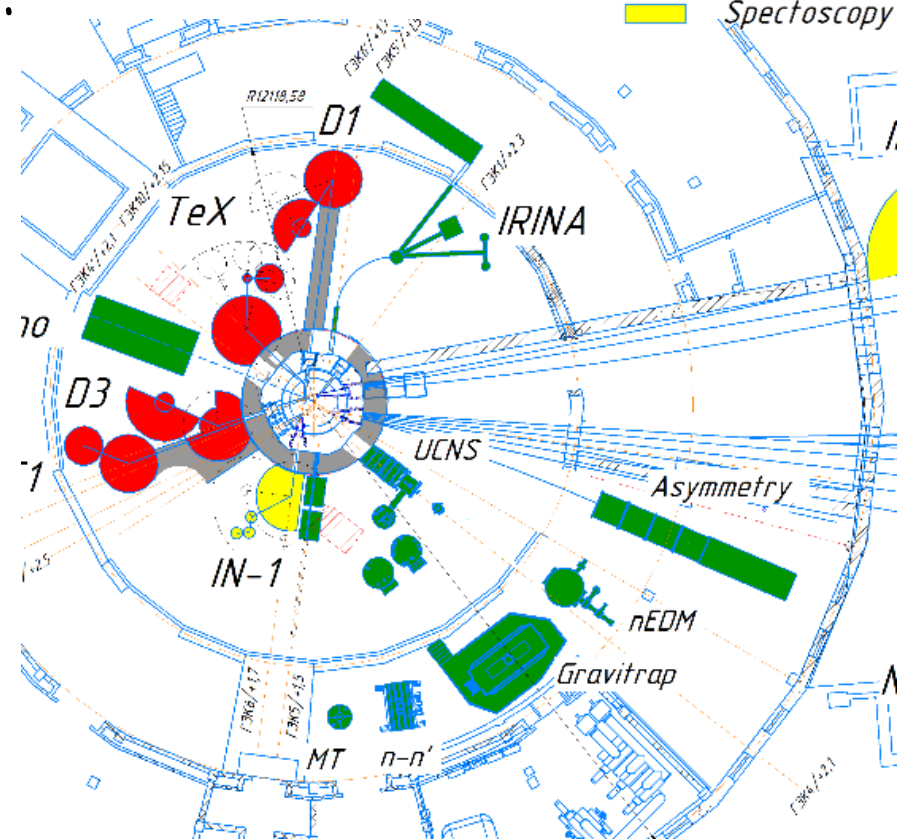
MT – Instrument for measurements of neutron lifetime with a magnetic trap of UCNS

Gravitrap - Instrument for measurements of neutron lifetime with a gravitational trap of UCNS

n-n' – Experiment on searching dark matter

nEDM – Experiment on searching neutron electric dipole moment

- Nuclear physics
- Large scale
- Structure
- Spectroscopy





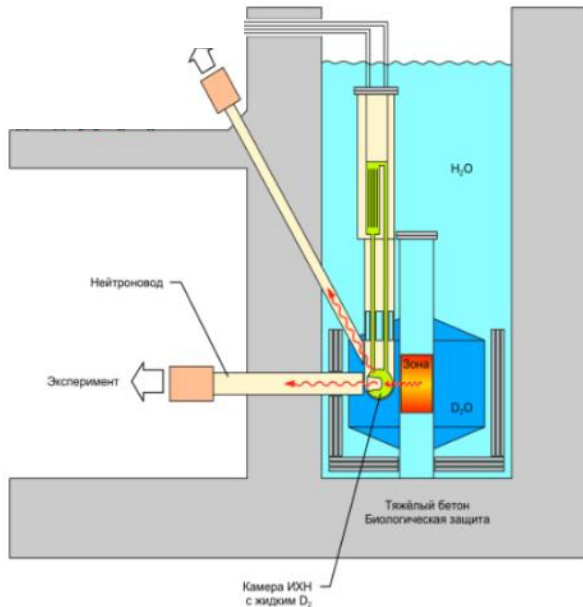
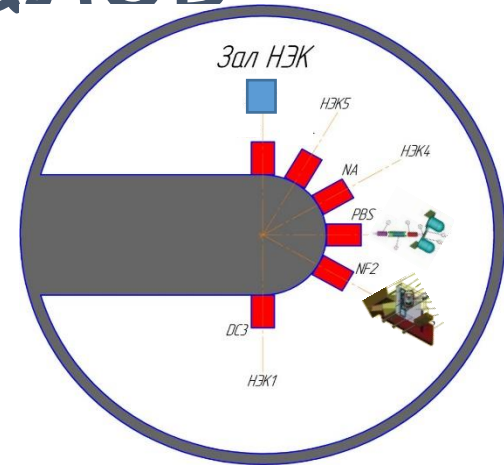
Зал наклонных каналов

Пучки нейтронов направлены под **60° к горизонту**

Пучковых позиций - **6**

Занято экспериментальными установками - **3**

Свободно - **3 (1-ХН, 2-ТН)**





План-график реализации ФЦП «Создание приборной база реактора ТИК»

№ п/п	Наименование работ	График работы																							
		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		
1	Проектная документация	■	■	■	■																				
2	Новые каналы ГЭК, НЭК					■	■	■	■	■	■	■	■	■											
3	ИГН на ГЭК-8					■	■	■	■	■	■	■	■												
4	Источник УХН на ГЭК-4					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
5	ИХН на ГЭК-2					■	■	■	■	■	■	■	■	■											
6	Нейтронные станции																								
6.1	IN-1					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
6.2	SESANS					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
6.3	SONATA					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
6.4	Мембрана-2					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
6.5	INAA					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
6.6	«Нейтрино»					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
6.7	DC1							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.8	IN-3							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.9	D1							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.10	HARMONY							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.11	ИРИНА							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.12	PROGRAS							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.13	DEDM							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.14	Tensor									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.15	IN-2									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.16	IN-4									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.17	D3									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.18	SEM									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.19	FISCO									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6.20	«Бета-распад нейтрона»									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
7	Лабораторно-технологический комплекс							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	



Создание экспериментальной
базы РК ПИК.

Фаза 3 (2020-2024 и далее) -
МЦНИ - взаимовыгодное
сотрудничество

Европейские источники нейтронов

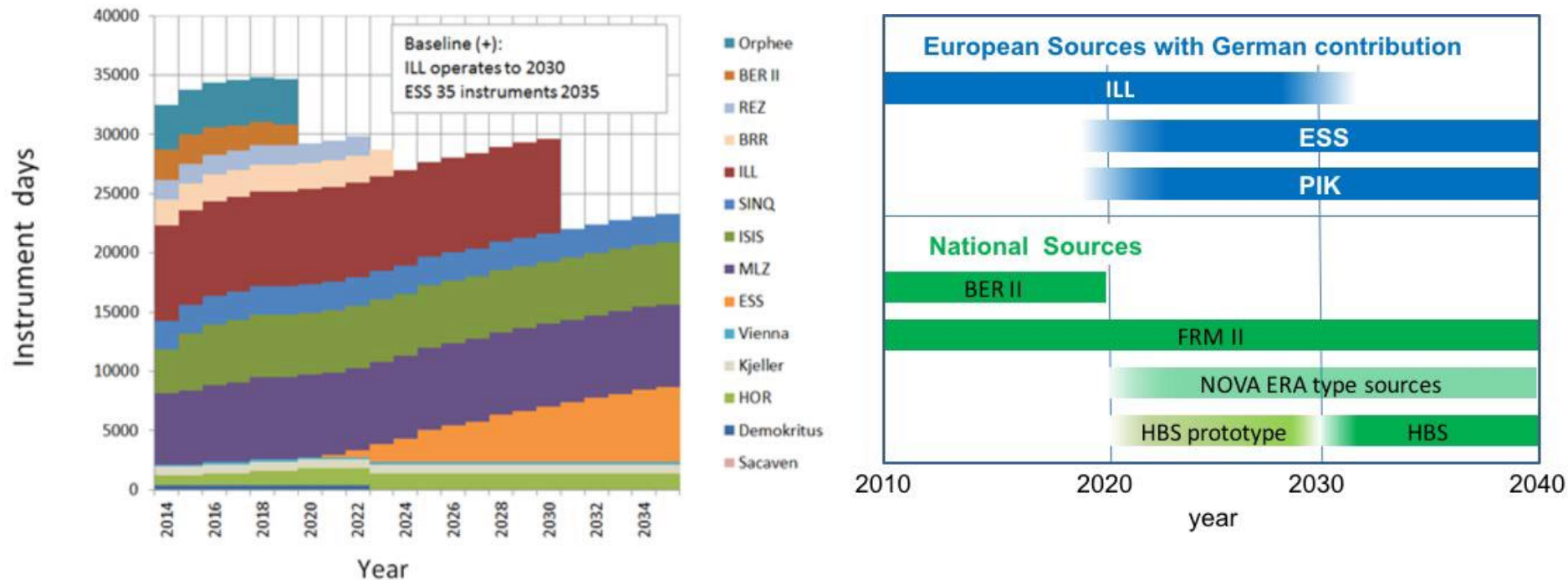


Figure 12. The predicted delivery of instrument beam days in the Enhanced Baseline Scenario

From “Strategy Paper on Neutron Research in Germany: 2015–2045”



Состояние дел по МЦНИ

1. В настоящее время в рамках сотрудничества с HZG на ПИК поставлено 7 установок нейтронного рассеяния. Требуется модернизация
2. В активной фазе переговоры с ФРГ о вступлении в МЦНИ на базе реактора ПИК
3. В рамках программы CREMLIN+ (2020-2023) создание 3-5 новых и модернизация 3-х существующих установок за счет средств немецкой стороны.





Основные события 2019г.

- Выход на 100кВт. Проведение первого эксперимента на выведенном пучке
- Запуск ФЦП «Создание приборной базы реактора ПИК» (20 установок, 3 источника и др)
- Окончание и продление ФЦП «Реконструкция» (ИХН, нейтроноводная система)
- Указ президента РФ. Появление 5 станций в 2020г.



Ожидания –

- 2019 (100кВт), 2020 (10 МВт), 2022 (100 МВт)
- 2020 – запуск станций первой очереди (5 шт)
- 2022 – монтаж экспериментальных каналов
- 2023 – запуск вторичных источников нейтронов
- 2023 – начало пользовательской программы

С НОВЫМ
ГОДОМ!!!





Ожидания -

2018-2019гг - энергопуск

**2020-2021гг - переход на новое топливо,
запуск ИХН, НС и первой фазы приборов.**

Начало экспериментальной программы

**2022-2023гг - начало пользовательской
программы**

2018

Ученый с

