



# Взаимодействие СО РАН и Госкорпорации «Росатом» в целях обеспечения технологического суверенитета России

**А.М.Сергеев**



# Проект «Прорыв» - новая технологическая платформа для ЯЭ

Основой НТП являются реакторы на быстрых нейтронах и технологии замкнутого ЯТЦ.

В июне 2021 года началось строительства АЭС с реактором на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем БРЕСТ-ОД-300 электрической мощностью 300 МВт(э) в рамках проектного направления «Прорыв». АЭС будет являться составной частью опытно-демонстрационного энергетического комплекса, строящегося в г. Северск Томской области.

Цель проектного направления "Прорыв" – создание ядерно-энергетических комплексов, включающих в себя АЭС, производства по регенерации (переработке) и рефабрикации ядерного топлива, подготовке всех видов РАО к окончательному удалению из технологического цикла для крупномасштабной ядерной энергетики.



# Решение ключевых проблем ЯЭ в проекте «Прорыв»

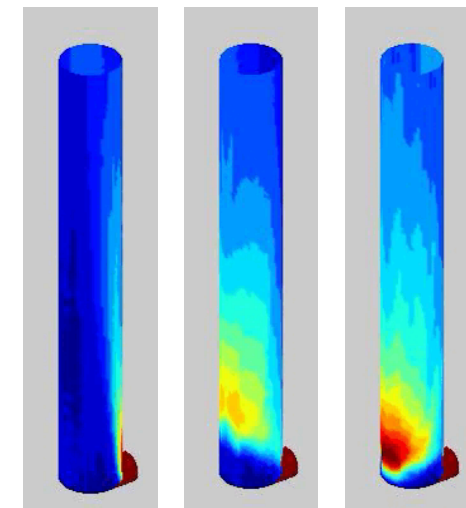
- ❖ **Исключение тяжелых аварий на АЭС, требующих эвакуации населения**
- ❖ **Полное использование энергетического потенциала уранового сырья (независимость от сырьевой составляющей)**
- ❖ **Последовательное приближение к радиационно-эквивалентному (по отношению к природному сырью) захоронению РАО**
- ❖ **Технологическое усиление режима нераспространения**
- ❖ **Обеспечение конкурентоспособности ЯЭ в сравнении с другими видами генерации по стоимости энергии**



# Участие СО РАН в проекте «Прорыв»

## Институт теплофизики им. С.С.Кутателадзе

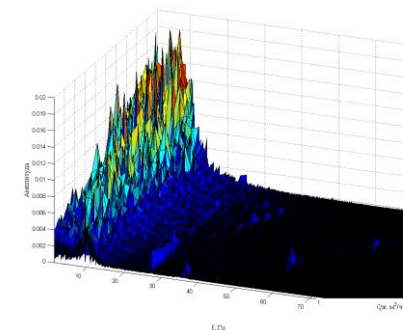
В рамках выполнения работ по проекту «Прорыв» при сотрудничестве ИТ СО РАН и ИБРАЭ РАН получена не имеющая аналогов в мире обширная база экспериментальных данных для валидации кодов нового поколения для разработки и обоснования безопасности ядерных реакторов, проектирования перспективных энергокомплексов с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем (ТЖМТ). Использование новейших оригинальных методов диагностики течений и теплообмена позволило впервые в мире получить детализированные данные, устанавливающие эффективность перемешивания теплоносителя в элементах и каналах ТВС реакторных установок, пути совершенствования конструкций ТВС, режимам двухфазного течения и межфазного взаимодействия ТЖМТ с газом, условий минимизации вибрации твэлов ТВС в потоке ТЖМТ, развитию течения с естественной циркуляцией в многопетлевом контуре, моделирующем режим охлаждения реактора с ТЖМТ.



Пульсации температуры при перемешивании ТЖМТ в канале ру

### Госкорпорация «Росатом» КОМИССИЯ ПО АТТЕСТАЦИИ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ

регистрационный номер РСДАЭ 1-2021 от 29 сентября 2021 г.  
Настоящий аттестационный паспорт устанавливает область применения справочных данных «Температуропроводность, вязкость и теплоемкость жидкого свинца», которые указаны в приложении к настоящему аттестационному паспорту.  
Аттестационный паспорт представлен Федеральному государственному бюджетному учреждению науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской Академии наук (ИБРАЭ РАН).  
Юридический адрес: 115191, Россия, г. Москва, ул. Большая Тульская, д. 52.  
Настоящий аттестационный паспорт действует при соблюдении условий. Приложение, являющееся неотъемлемой частью.  
Срок действия аттестационного паспорта: 29 сентября 2021 г.  
Руководитель службы ССДАЭ: Общакон Н.А.  
Главный эксперт: Госкорпорация «Росатом»  
Председатель Комиссии по аттестации справочных данных: Жердев Г.М.



Амплитудно – частотная характеристика колебания имитатора твэла в ТВС РУ с ТЖМТ

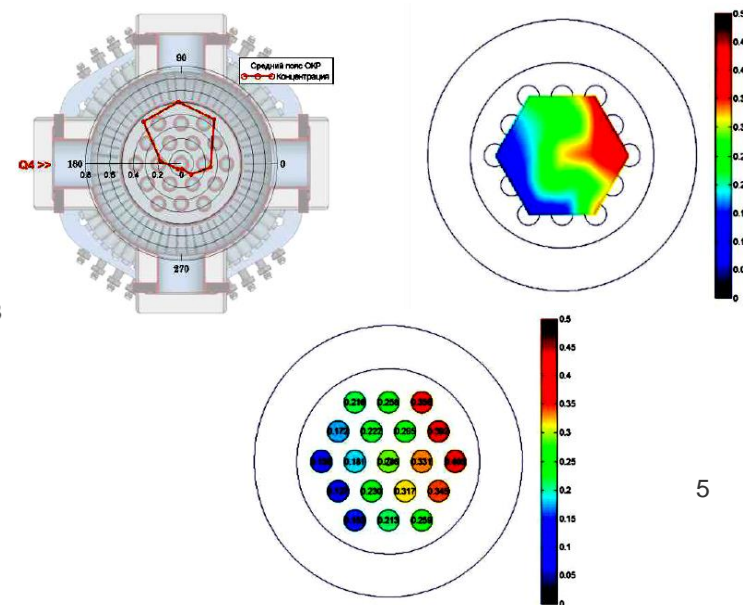
# Развитие атомных станций малой мощности

## Преимущества малых АЭС в изолированных и труднодоступных территориях (ИТТ) (РИТМ-200Н 57 МВт, Якутия; ШЕЛЬФ-М до 10 МВт, Чукотка)



### ИТ СО РАН:

- обоснование теплотехнической надежности активной зоны РУ ШЕЛЬФ-М;
- разработка оригинальной измерительной системы для исследования смешения потоков в экспериментальной модели ЯЭУ с РИТМ-200.



Цель: Эффективный источник энергии для обслуживания/развития инфраструктуры Северного морского пути и нужд МО РФ, активных энергетических комплексов (вне структуры ЕЭС), развития труднодоступных регионов

Источники: Из презентации Е.О. Адамова на Атомэкспо. (ноябрь 2022). Полезные ископаемые: Минприроды России, интерактивная карта Энергообеспечение: НОЦ «ВИЭ» СППУ по материалам Российского энергетического агентства. Данные по УРУТ на объектах в ИТТ получены по данным АЦ при Правительстве РФ

# Взаимодействие СО РАН и ГК РОСАТОМ



## Экспертиза концепции ликвидации объектов



оценка применимости базового комплекса взаимосвязанных технико-технологических подходов на этапе предпроектной проработки и разработки концепции ликвидации объектов

## Экспертиза основных технологических решений



анализ разрабатываемой проектно-технической документации в разрезе исследования экологической эффективности предлагаемых решений очистки загрязненных сред на этапе проектирования ликвидации объектов

## Участие в Государственных экспертизах



обоснование достижимости показателей качества окружающей среды при использовании предлагаемых решений на этапе государственной экспертизы

### ТЕРРИТОРИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА УСОЛЬЕ-СИБИРСКОЕ



**1,6 тыс га**  
площадь объекта накопленного вреда

**4,3 млн м<sup>3</sup>**  
общее количество накопленных отходов

### ПОЛИГОН «БАБХИНСКИЙ» ОАО «БЦБК»



**35,1 га**  
площадь трех карт-накопителей

**2,4 млн м<sup>3</sup>**  
общий объем размещенных отходов

### ЦЕХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОАО «БЦБК»



**54,7 га**  
площадь нарушенных земель

**288 тыс м<sup>3</sup>**  
объем щелокодержащих отходов

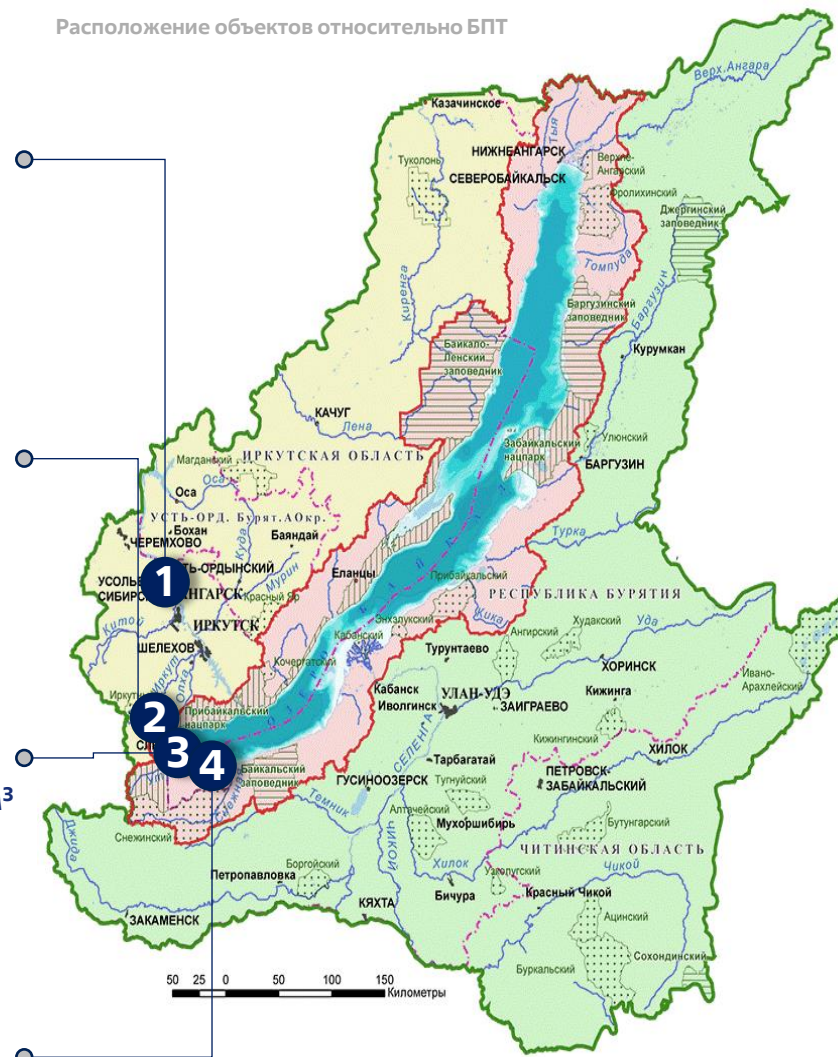
### ПОЛИГОН «СОЛЗАНСКИЙ» ОАО «БЦБК»



**102,9 га**  
площадь десяти карт-накопителей

**4,2 млн м<sup>3</sup>**  
общий объем размещенных отходов

### Расположение объектов относительно БПТ



### Условные обозначения

#### Экологические зоны БПТ

- Центральная
- Буферная
- Атмосферного влияния

\* Байкальская природная территория

## Усолье-Сибирское: из зоны экологического бедствия в точку развития

Росатом не просто реабилитирует данную территорию, но и создает новый промышленный кластер по обращению с отходами повышенной опасности.



Экотехнопарк «Восток» станет градообразующим предприятием и обеспечит переработку отходов с максимальным извлечением полезных компонентов (ртуть высокой чистоты, вольфрам, медь, хлористый аммоний, соединения металлов) для их последующего возврата в хозяйственный оборот.

# Совместные проекты АО «ТВЭЛ» и организаций СО РАН

# 1



## Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН

«Формирование научных основ создания экспериментальной одностадийной плазмохимической технологии конверсии природного и попутного нефтяного газа в синтетические спирты (метанол)»



На лабораторной установке 1 нм<sup>3</sup>/час (по газу) с помощью электронно-пучковой плазмы в одну стадию без использования катализаторов получены метанол и фракция насыщенных углеводородов C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>.



Выполнены кинетические и термодинамические расчеты для повышения знаний об управлении плазмохимической реакцией в исследуемом процессе.

# 2



## Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

«Разработка технологии производства высокочистого оксида/гидроксида алюминия и сферического носителя для катализаторов нефтехимии»



Разработан стандарт на лабораторный процесс синтеза порошкового гидроксида алюминия высокочистого псевдобемитной структуры



Разработана методика получения из лабораторного сырья (реактивы) и промышленного сырья (Пикалево, Богословское м/р)



Образцы протестированы СИБУР (НИОСТ), Роснефть (РН-ЦИР), ГПН-Каталитические системы, НПП Нефтехим; получены положительные отзывы с рекомендациями по доработке



Выдан отчет о патентных исследованиях по процессам получения высокочистого гидроксида алюминия и сферического алюмооксидного носителя на его основе; сформированы 3 заявки на патент, уведомления о создании РИД

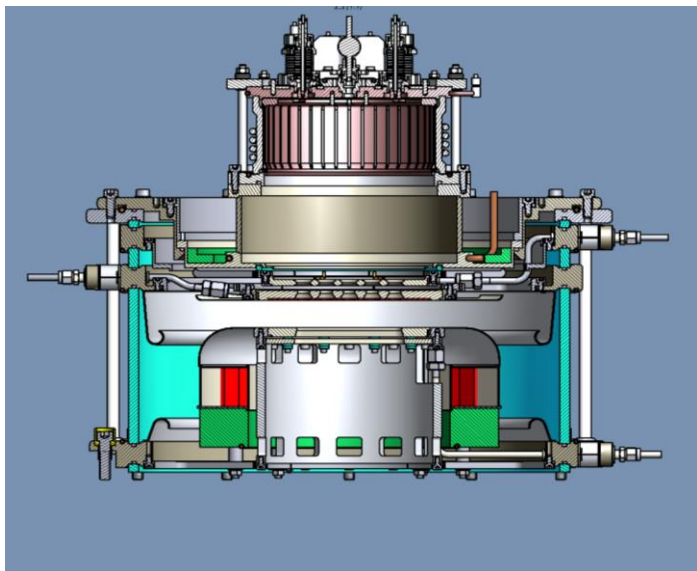


# Федеральный проект «Термоядерные и плазменные технологии»

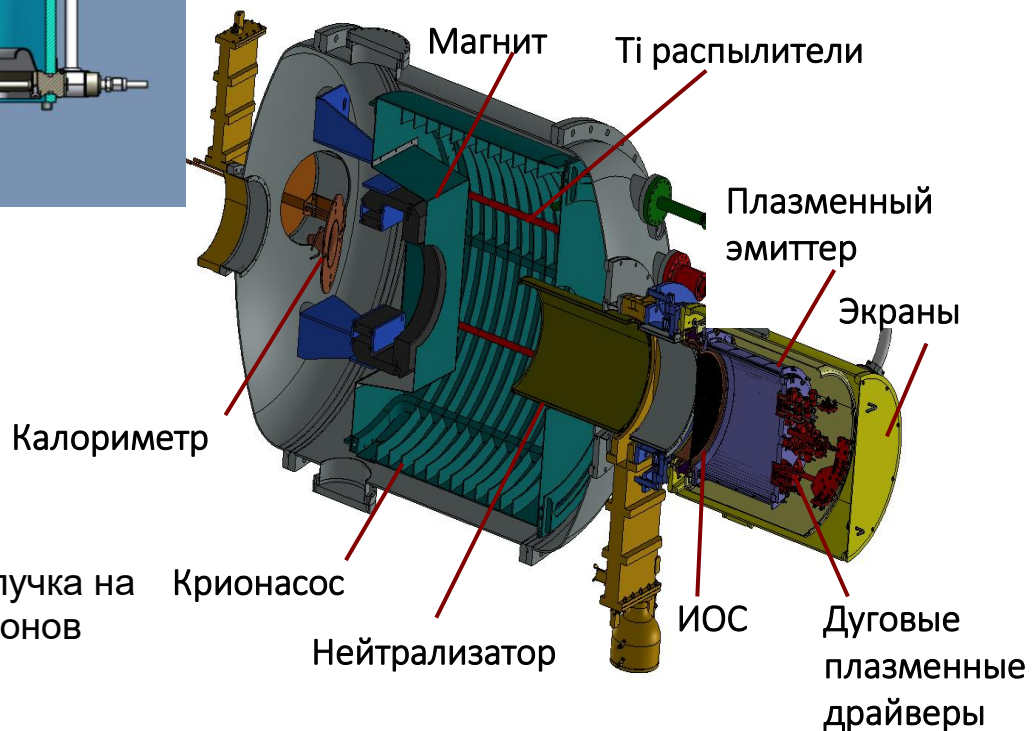


ИЯФ СО РАН

## Создание источников атомарных и ионных пучков нового поколения



Источник пучка отрицательных ионов 1,5 А, 120кэВ, более 20 с, один ВЧ плазменный драйвер



Инжектор нейтрального пучка на основе положительных ионов 15кэВ, 150 А, 30мс



Инжектор атомов с параметрами 1 МэВ, 5 МВт, 1000 с создан в ИЯФ СО РАН по заказу Tri Alpha Energy, Inc.(США)

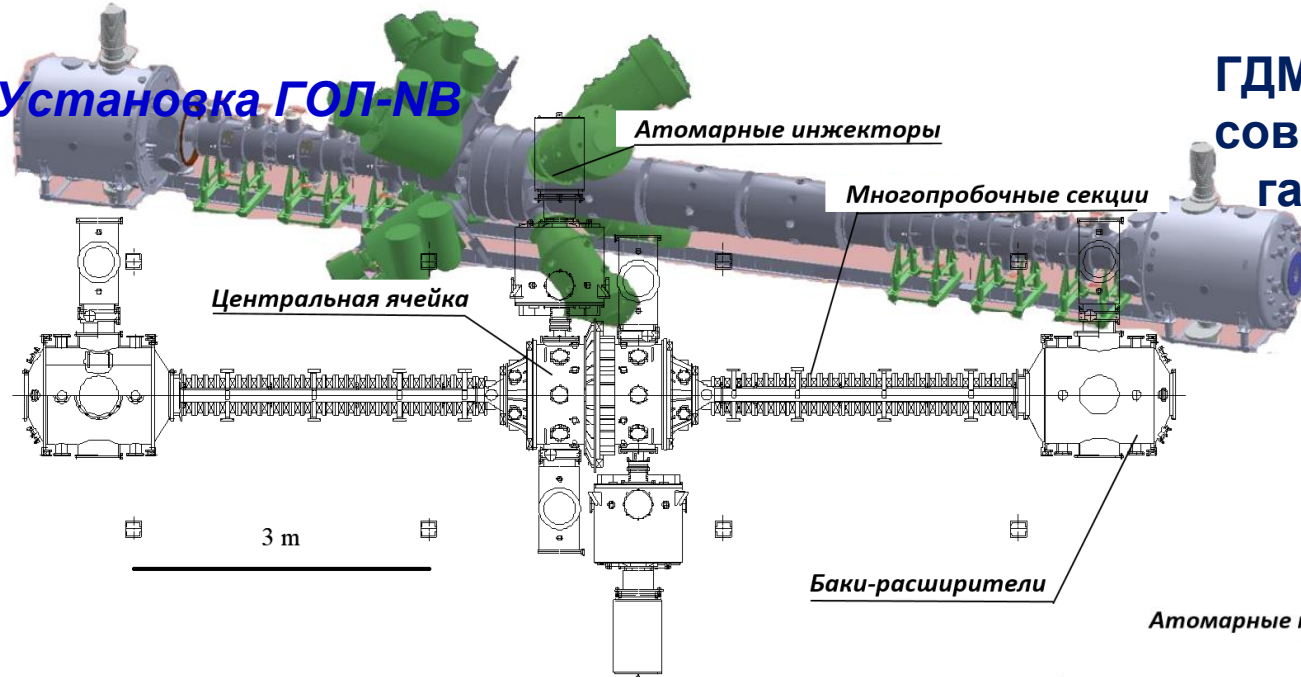
ИЯФ СО РАН – мировой лидер в создании инжекторов быстрых атомов для управляемого термоядерного синтеза



ИЯФ СО РАН

Исследования физики плазмы в открытых ловушках

Установка ГОЛ-NB



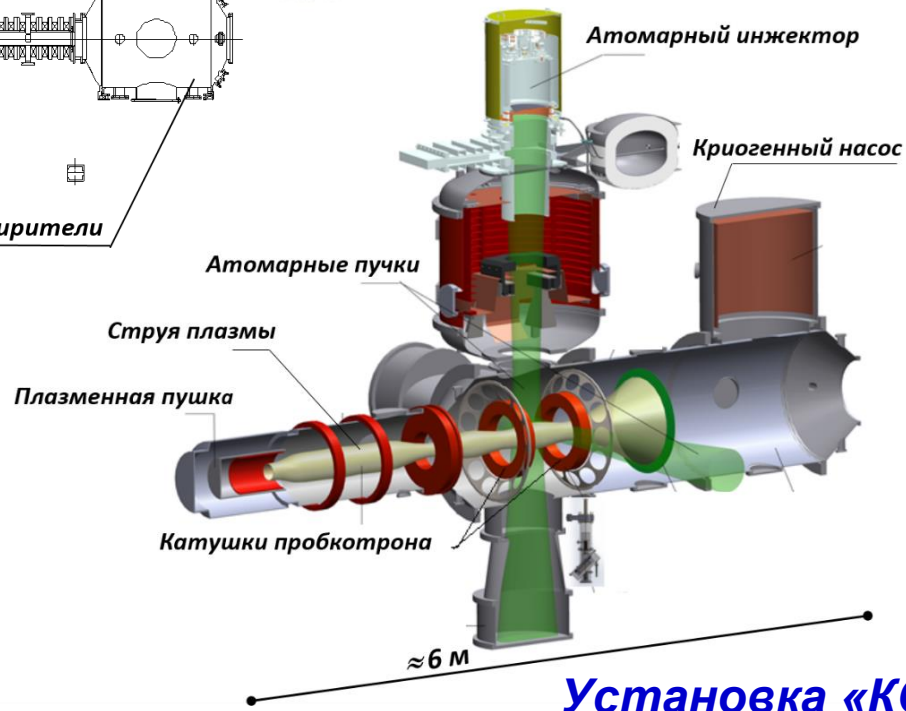
ГДМЛ – отработка принципа совмещения

газодинамического и многопробочного удержания плазмы

ИЯФ СО РАН

На импульсном макете ГДМЛ длиной 10 метров – подавление продольных потерь плазмы в многопробочном режиме не менее чем в 5 раз.

На установке КОТ – тороид с давлением плазмы, близким к давлению внешнего магнитного поля ( $\beta$  по вакуумному магнитному полю не ниже 0,8).



Установка «КОТ»

# ВИЗИТЫ РУКОВОДСТВА СТРАНЫ в НЦФМ

(Президент России, Председатель Правительства Российской Федерации, Комитет Госдумы по науке и высшему образованию)



НЦФМ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

## Поручения Президента Российской Федерации В.В.ПУТИНА от 19.10.2023 Пр-2113, пп. 1.б), 4

Правительству Российской Федерации при участии Госкорпорации «Росатом» с учетом ранее данных поручений дополнительно рассмотреть вопрос о создании и развитии не менее семи новых уникальных лабораторий Национального центра физики и математики Госкорпорации «Росатом», в том числе за счет средств федерального бюджета, собственных средств Госкорпорации «Росатом» и иных источников.

**Доклад – до 15 декабря 2023 г., далее – ежегодно**  
Отв.: Мишустин М.В.

Правительству Российской Федерации подготовить совместно с Госкорпорацией «Росатом», Российской академией наук и Национальным исследовательским центром «Курчатовский институт» и представить предложения, касающиеся создания в Национальном центре физики и математики Госкорпорации «Росатом» трех научных установок класса «мегасайенс» в целях получения первых научных результатов мирового уровня к 2030 году.

**Срок – 15 февраля 2024 г.**

Отв.: Мишустин М.В., Лихачев А.Е., Красников Г.Я., Камболов М.А.



## Поручение Заместителя Председателя Правительства РФ Д.Н.ЧЕРНЫШЕНКО от 27.10.2023 № 13469-П8-ДЧ

Прошу обеспечить выполнение перечня поручений Президента РФ по итогам встречи с молодым учеными-ядерщиками и о результатах доложить в Правительство РФ с проектами докладов Президенту РФ в указанные сроки

# НАУЧНАЯ ПРОГРАММА НЦФМ



НЦФМ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

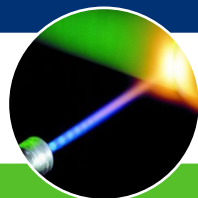
Научно-технологический задел  
на десятилетия вперед, в том числе для ЯОК

3  
установки  
класса  
«мегасайенс»



**Фотонная  
вычислительная  
машина**

с производительностью  
до  $10^{22}$  операций  
в секунду



**Центр исследований  
экстремальных  
световых полей**

на базе лазерного  
комплекса экзаваттной  
мощности



**Многофункциональный  
ускорительный  
комплекс**

с комптоновским источником  
гамма излучения с рекордной  
светимостью  $10^{11}$  фотон/с

новые  
технологии

**Фотонные вычислительные  
и коммуникационные  
системы**

**Рентгеновские литографы  
и навигаторы,  
промышленные лазеры**

**Уникальные  
диагностические системы**

7  
новых миди-  
лабораторий

Лаборатория  
фотонных  
вычислительных  
устройств

1

Лаборатория  
суперкомпьютерных  
двойников  
индустриальных  
объектов

2

Лаборатория  
сверхсильных  
оптических  
полей

3

Лаборатория  
ядерной  
фотоники

4

Лаборатория  
сильных  
магнитных  
полей

5

Лаборатория  
нейроморфного  
искусственного  
интеллекта

6

Лаборатория  
моделирования  
астрофизических  
и геофизических  
явлений

7

Исследовательский  
центр мирового  
уровня

2030

**2 000**

научных  
сотрудников  
и ИТР

2029

2028

2027

2026

**500**

научных  
сотрудников  
и ИТР

2025

2024

2023



# ФОТОННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА

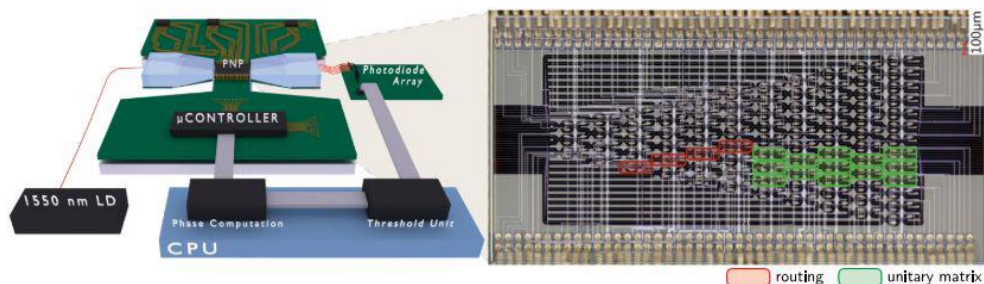
Технологический предел производительности с использованием традиционных электронных микрочипов практически достигнут. **Необходим новый подход, использующий другой носитель информации – ФОТОНЫ ВМЕСТО ЭЛЕКТРОНОВ** – для записи, передачи и обработки информации.

## ФОТОННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

Оптическая компонентная база классические (не квантовые) состояния света

### Задачи:

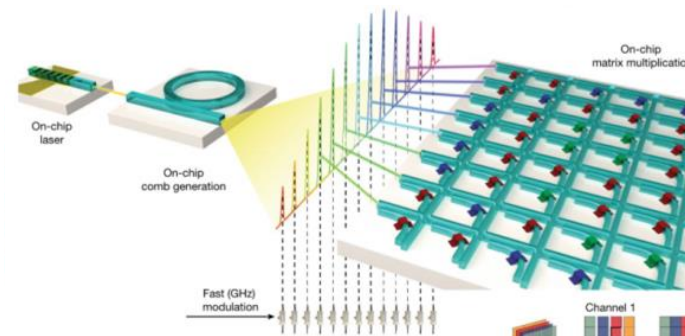
- Создание оптических чипов
- Параллельные вычисления для разных длин волн, поляризаций или оптических импульсов
- Оптоэлектронные интерфейсы



## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА С ГИБРИДНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

Решение специальных задач в области численного моделирования сложных систем, искусственного интеллекта и обработки больших массивов данных

(например, перемножение матриц и умножение матрицы на вектор на оптическом процессоре)



Будет создана гибридная оптоэлектронная вычислительная машина на базе оптических сопроцессоров с производительностью до  $10^{21}$  опс

# ГИБРИДНАЯ ЭЛЕКТРОННО-ФОТОННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА –



НЦФМ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

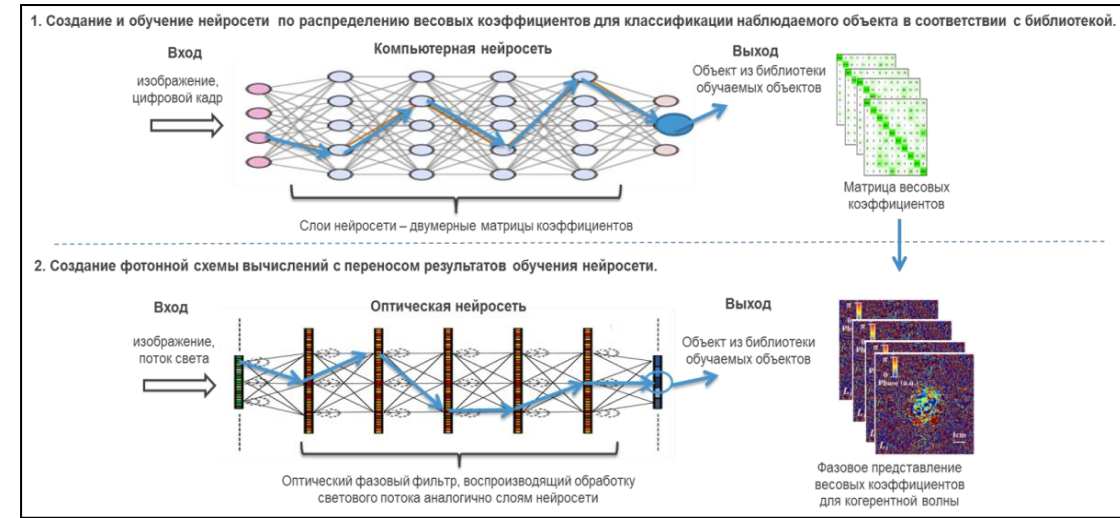
## Текущее состояние

### Цели и ожидаемые результаты

- Создание вычислительной системы с производительностью до 1 Зеттаопс на доступной в Российской Федерации элементной базе
- Решение прикладных задач ОПК и гражданских отраслей
- Достижение технологического суверенитета Российской Федерации в области создания супер-ЭВМ сверхвысокой производительности

### Статус, задел

- Разработана дорожная карта создания ФВМ.
- Создан демонстрационный образец АФВУ на основе **стандартных** лабораторных компонентов.
- Достигнута скорость обработки информации  $5,3 \cdot 10^{15}$  бит/с.
- Создана кооперация (**ИФП СО РАН, НИИИС**) и начаты работы по созданию отечественных пространственных модуляторов света на основе жидких кристаллов.
- Ведутся исследования в интересах разработки фотонного сопроцессора на принципах интегральной фотоники (**НИФТИ ННГУ, МФТИ, НИИИС им. Седакова, АО Микрон, ИФМ РАН**).
- Разработаны и изготовлены первые фотонные интегральные схемы (ФИС) на основе топологических норм 90 нм (Микрон) и 350 нм (НИИИС).
- Проект докладывался на 2-х заседаниях Бюро ОФН РАН.
- Расширенное заседание Бюро ОФН РАН (протокол № 85 от 14.11.2024) приняло решение поддержать проект и рекомендовать его для представления в адрес Президента Российской Федерации (во исполнение п. 4 перечня поручений от 19.10.2023 Пр-2113).
- Запланировано обсуждение научной программы и облика проекта на заседании профильного научного совета РАН

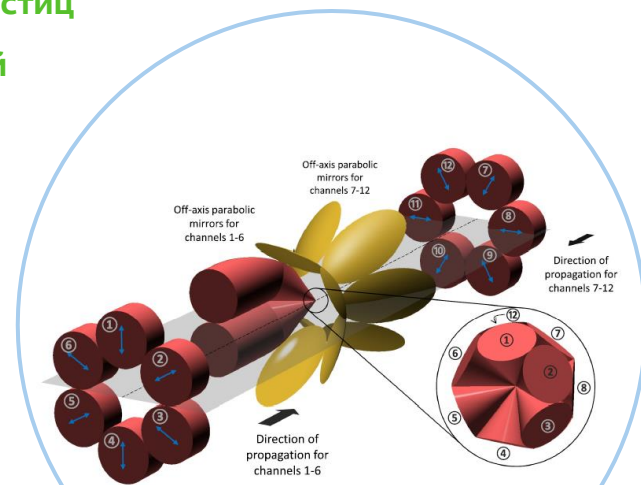


### Предложение Госкорпорации «Росатом»:

в течение 4 лет провести комплексные НИОКР по подтверждению технологической и производственной реализуемости проекта

# ЭКЗАВАТТНЫЙ ЛАЗЕР XCELS (eXawatt Center for Extreme Light Studies)

- Ионизация вакуума и **генерация частиц и античастиц**
- Генерация **сверхплотной ультрарелятивистской** электрон-позитронной плазмы и гамма излучения **сверхвысокой яркости**
- Направленные источники гамма излучения с энергией фотонов ГэВ диапазона
- Генерация аттосекундных импульсов с полями, приближающимися к **Швингеровскому пределу**
- Изучение **пространственно-временной структуры вакуума**



Поле, удерживающее электрон-позитронные пары в квантовом вакууме (Швингеровский предел)

Внутриатомное поле, удерживающее электрон в атоме водорода

Имеющиеся установки

XCELS

$10^{14}$

$10^{16}$

$10^{18}$

$10^{20}$

$10^{22}$

$10^{24}$

$10^{26}$

$10^{28}$

$10^{30}$

Вт/см<sup>2</sup>

Пиковая  
ИНТЕНСИВНОСТЬ

# ЭКСАВАТТНЫЙ ЛАЗЕР XCELS – текущее состояние



НЦФМ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

## Статус, задел

- Разработана научная программа и дорожная карта создания установки
- Является преемником проекта ЭКСАВАТТНЫЙ ЛАЗЕР XCELS (eXawatt Center for Extreme Light Studies), который в 2011 г. получил одобрение правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям по результатам международной экспертизы в числе шести проектов класса мегасайенс
- Расширенное заседание Бюро ОФН РАН (протокол № 85 от 14.11.2024) приняло решение Поддержать проект «Центр исследований экстремальных световых полей на базе лазерного комплекса эксаваттного класса» и рекомендовать его для представления в адрес Президента Российской Федерации (во исполнение п. 4 перечня поручений от 19.10.2023 Пр-2113)
- 16.01.2024 проведено обсуждение деталей научной программы и облика проекта на Расширенном заседании Бюро ОФН РАН, инициированном 2 научными советами ОФН.
- Предварительные расчётные и экспериментальные исследования показали реализуемость требований проекта XCELS-100 на базе мегаджоульной установки УФЛ-2М
- Уникальная особенность ИКИ и XCELS - **синергия** их совместного использования. Создание и ввод в эксплуатацию прямого канала взаимодействия электронов с энергией 2 ГэВ и фемтосекундного лазерного излучения после промежуточного усилителя XCELS (1 ПВт, 20 фс) впервые позволят изучать пространственно-временную структуру вакуума и неизвестные явления на стыке физики высоких энергий и физики сверхсильных полей

## Предложение Госкорпорации «Росатом»:

на начальном этапе (до 2030 г) создать стенд двухканальной установки пиковой мощностью 100 ПВт на базе инфраструктуры УФЛ-2М





# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ УСКОРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ИСТОЧНИКОМ КОМПТОНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

## Ядерная фотоника

(по аналогии с атомной оптикой) имеет задачу исследования ядерной материи с помощью квазимонохроматического источника гамма-квантов с энергией 5-300 МэВ, включая:

- Физику ядерных изомеров
- Деление ядер при фотовозбуждении
- Структуру гигантского дипольного ядерного резонанса
- Экзотические моды возбуждения ядер и структуру «пигмейного» резонанса
- Фоторасщепление ядер и нуклеосинтез в ядерной астрофизике

Создание источника квазимонохроматического гамма-излучения рекордной яркости в диапазоне энергий 5-300 МэВ с потоком до  $10^{11}$  фотонов в секунду и угловой расходимостью порядка 1 мрад позволит совершить качественный скачок в фотоядерной физике

Малое накопительное кольцо позволит создать источник комптоновского излучения с энергией квантов 10-100 кэВ для различных диагностических приложений

# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ УСКОРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС –

## текущее состояние



НЦФМ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

### Цели и ожидаемые результаты

Проведение исследований в области ядерной фотоники и изучение свойств ядерной материи, в том числе, в интересах ядерно-оружейного комплекса

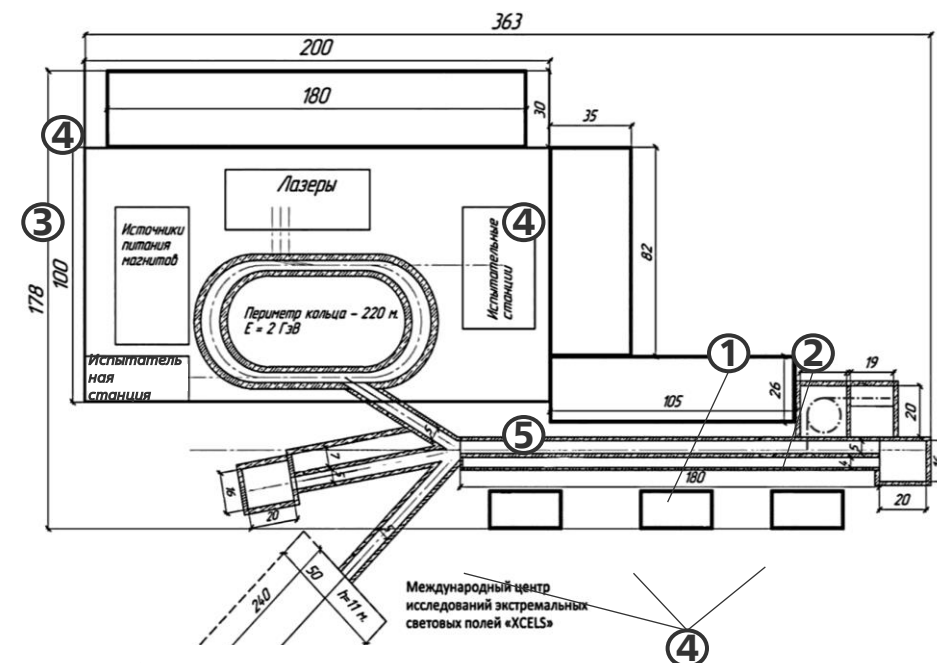
- Новые источники энергии
- Развитие теории атомного ядра
- Новые методы диагностики и лечения в ядерной медицине и методы переработки ядерных отходов

### Статус, задел

- Разработана дорожная карта создания установки
- Разработана научная программа
- В 2023 г. научная программа представлена на всероссийских конференциях
- Научная программа одобрена на расширенном заседании Научного Совета ОФН РАН «Фундаментальная ядерная физика» 22.06.2023 г.
- Научная программа опубликована (71 соавтор) в журнале ФИЗМАТ (2023, том 1, № 3–4, с. 121–259)
- Расширенное заседание Бюро ОФН РАН (протокол № 85 от 14.11.2024) поддержало проект и рекомендовало его для представления в адрес Президента Российской Федерации (во исполнение п. 4 перечня поручений от 19.10.2023 Пр-2113)
- Подготовлено ТЗ на проектирование
- Создана кооперация ( ИЯФ СО РАН, РФЯЦ-ВНИИЭФ, ИПФ РАН, НИИЯФ МГУ, ММО ОИЯИ, НИЯУ МИФИ, ИОФ РАН, ФИ РАН, ИЯИ РАН, НИЦ «КИ» ПИЯФ, БФУ имени И. Канта)
- Полностью базируется на отечественных технологиях

### Предложение Госкорпорации «Росатом»:

**считать проект приоритетным, сконцентрировать на нем основные усилия**



**Габариты: 363x178 м**

**Общая площадь: 47 387 м<sup>2</sup>**

1. Линейные ускорители электронов;
2. Накопительное кольцо 120 МэВ;
3. Накопительное кольцо 2 ГэВ, лазеры, точки генерации комптоновского излучения, исследовательские станции;
4. Инженерная инфраструктура;
5. Лабораторный корпус и система управления комплексом.



# 7 ЛАБОРАТОРИЙ класса МИДИ-САЙЕНС

Лаборатория  
фотонных  
вычислительных  
устройств

01



**Каляев И.А.**  
академик РАН  
**Шагалиев Р.М.**  
член-корреспондент РАН

Лаборатория  
суперкомпьютерных  
двойников  
индустриальных  
объектов

02



**Шагалиев Р.М.**  
член-корреспондент РАН  
**Воеводин В.В.**  
член-корреспондент РАН

Лаборатория  
сверхсильных  
оптических  
полей

03



**Сергеев А.М.**  
академик РАН  
**Гаранин С.Г.**  
академик РАН

Лаборатория  
ядерной  
фотоники

04



**Логачев П.В.**  
академик РАН  
**Завьялов Н.В.**  
член-корреспондент РАН

« Дорожные карты »  
по 7 миди-лабораториям

направлены в Правительство РФ

Лаборатория  
сильных  
магнитных полей

05



**Селемир В.Д.**  
член-корреспондент РАН

Лаборатория  
нейроморфного  
искусственного  
интеллекта

06



**Каляев И.А.**  
академик РАН  
**Соловьев В.П.**  
д.ф.-м.н.

Лаборатория  
моделирования  
астрофизических и  
геофизических  
явлений

07



**Зеленый Л.М.**  
академик РАН  
**Мареев Е.А.**  
академик РАН  
**Солдатов А.В.**  
д.ф.-м.н.



# 1. Лаборатория фотонных вычислительных устройств

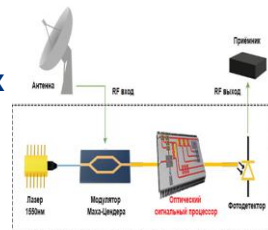
Цель: разработка отечественных высокопроизводительных средств на новых физических принципах фотоники, альтернативных применяемым в современной микроэлектронике

Проект по созданию демонстрационных макетов вычислителей нового типа включает:

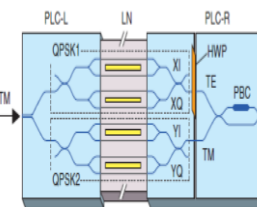
1. Разработку и изготовление макетов аналоговых фотонных вычислителей на основе ФИС.
2. Анализ и исследования возможности применения оптических компонентов в ЦФВМ. Изготовление макетов компонентов ФВМ на базе планарных волноводов и фотонных кристаллов.
3. Разработку архитектурных, структурных, функциональных схем, технологий проектирования и изготовления компонентов ЦФВМ. Изготовление макетов отдельных блоков ФВМ.
4. Моделирование работы ЦФВМ. Экспериментальную отработку (наладку) макетов ЦФВМ.

**ФКБ для фазированных антенн**

защита от помех, быстрое управление

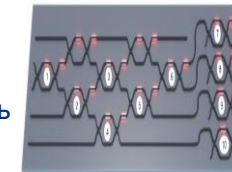


**ФКБ для оптоволоконной связи**  
скорости >100 Гб/с



**Оптический процессор**

производительность >10<sup>21</sup> операций/с



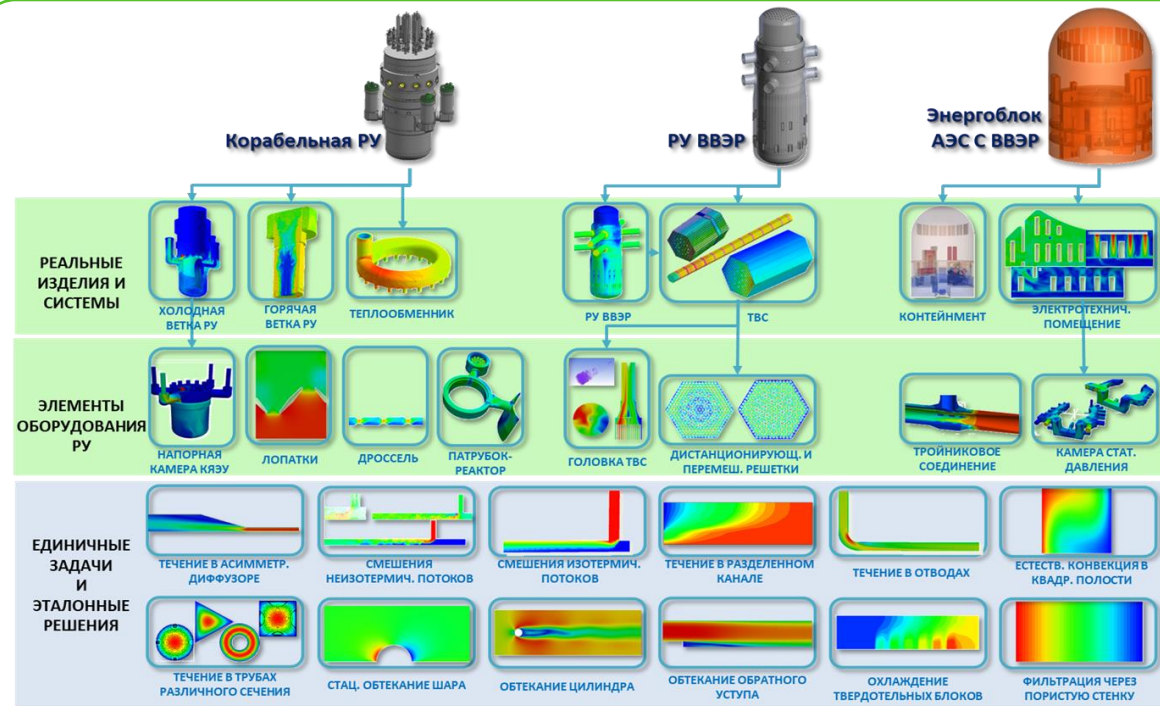
Решение специальных задач в области численного моделирования сложных систем, искусственного интеллекта и обработки больших массивов данных (например, перемножение матриц с помощью оптического процессора)



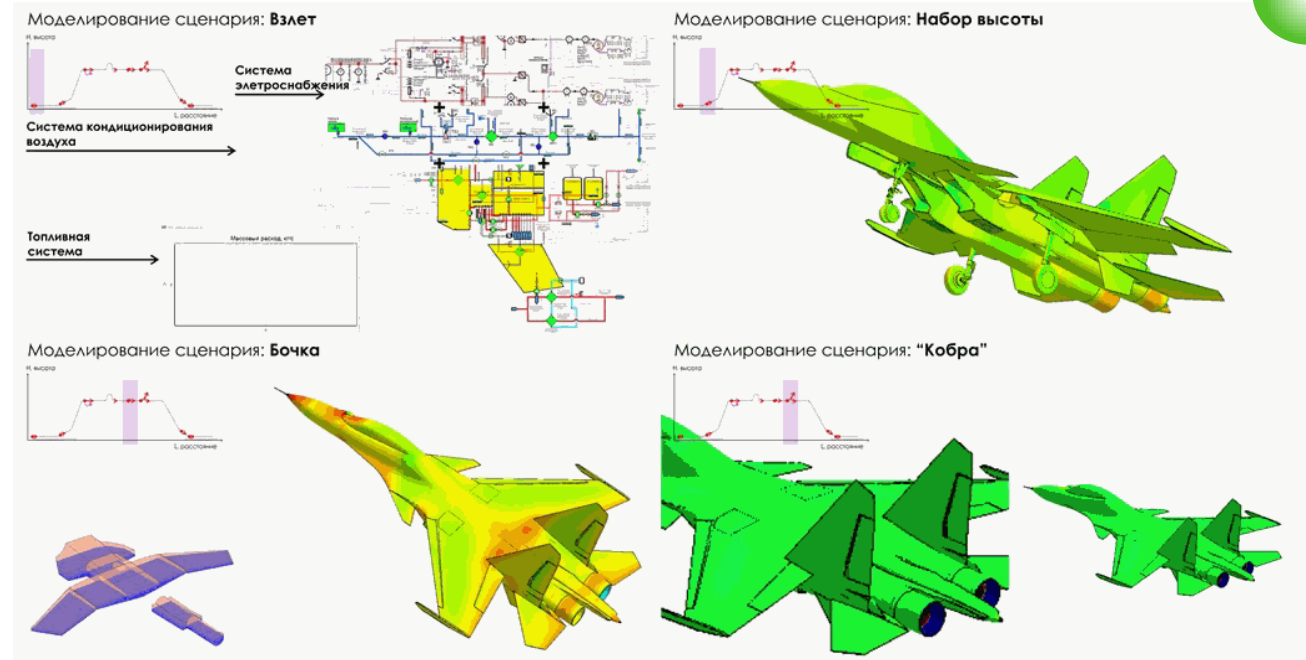
**Основной технологический результат:**  
фотонная компонентная база для вычислений, быстрого телекома и радиофотоники

# 2. Лаборатория суперкомпьютерных двойников индустриальных объектов

Цель: разработка и внедрение комплекса отечественных математических численных методов, моделей и алгоритмов для полномасштабного моделирования физических процессов в промышленных объектах



Двойник реактор малой мощности



Создание единой модели функционирования боевого маневренного самолета

**Основной технологический результат:**  
цифровые двойники в интересах самолетостроения, атомной и ракетно-космической отраслей для обоснования характеристик промышленных объектов в штатных и критических условиях функционирования

# 3. Лаборатория сверхсильных оптических полей «Мультитера»

**Цель:** Создание научно-исследовательского комплекса на базе импульсно-периодических лазерных установок с фемтосекундной и наносекундной длительностью импульсов и энергией  $\sim 1$  Дж и  $\sim 1$  кДж, соответственно.

В комплексе «Мультитера» будет реализовано 4 сектора для проведения исследований по направлениям:

- терагерцовой фотоники,
- аттосекундной физики,
- исследований лазерно-плазменных методов ускорения заряженных частиц и неустойчивостей в лазерной плазме,
- моделирования астрофизических явлений.

## Результаты в области прикладных исследований:

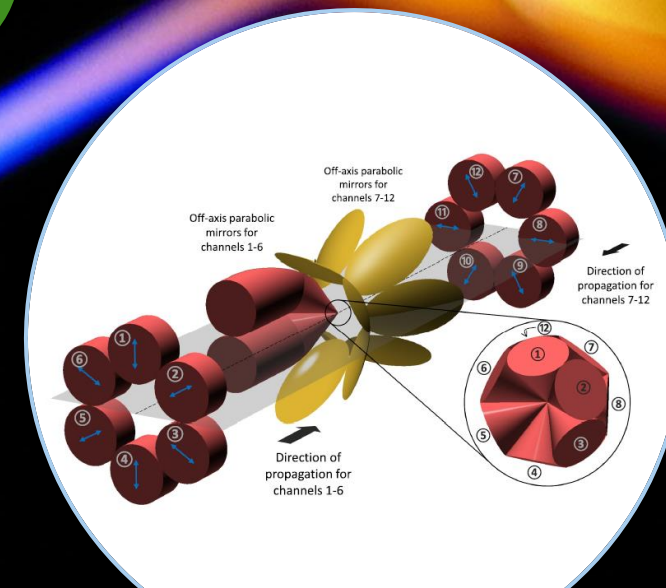
применение терагерцового излучения для целей

- дистанционного зондирования объектов,
- неразрушающего контроля элементов,
- систем видения и связи,

по направлению ускорения электронов

- варианты использования для целей лазерной электронной FLASH-радиотерапии, и т.д.

Установка с фемтосекундной и наносекундной длительностью импульсов и энергией  $\sim 1$  Дж и  $\sim 1$  кДж



# 4. Лаборатория ядерной фотоники



НЦФМ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

**Цель: расчетно-экспериментальное обоснование комплекса на основе источника обратного комптоновского излучения и разработка экспериментальных методик для выполнения научной программы ИКИ**

## Направления исследований:

- расчетные исследования по оптимизации параметров ускорителей электронов, лазерных систем и точек взаимодействия электронов с лазерным излучением;
- разработка и апробация экспериментальных методик, макетирование и отработка технических решений на существующих установках РФЯЦ-ВНИИЭФ и ускорительных комплексах ИЯФ СО РАН;
- разработка экспериментальных каналов, в том числе с устройствами динамического нагружения;
- разработка измерительных комплексов для проведения исследований по научной программе ИКИ.

## Результаты в области прикладных исследований:

- Экспериментальные данные для построения и верификации моделей горения и детонации взрывчатых веществ, что позволит создать перспективные взрывчатые вещества с повышенной взрывобезопасностью.
- Экспериментальные данные по механизмам и кинетике фазовых превращений в материалах в экстремальных условиях, что позволит создать новые перспективные материалы.
- Новые детектирующие системы для исследований структуры атомных ядер, ядерной изомерии, высокочувствительных методов анализа элементного и изотопного состава образцов с большой массовой толщиной на новом уровне.
- Новые и прецизионные данные по сечениям фотоядерных реакций для методов «пережигания» отходов ядерной промышленности.

## Состав ИКИ:

ускорители электронов, лазерная система, экспериментальные станции и точки взаимодействия

# 5. Лаборатория сильных магнитных полей



НЦФМ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

**Цель: создание экспериментальной базы мирового уровня для проведения исследований свойств веществ в сильных магнитных полях**

Создание **Лаборатории сильных магнитных полей** обеспечит проведение систематических исследований свойств веществ в сильных (**до 75 Тл**) и сверхсильных (**до 600 Тл**) магнитных полях и при сверхвысоких (**до 5 Мбар**) давлениях в интересах разработки новых полупроводниковых, магнитных и сверхпроводящих материалов и других фундаментальных задач, а также проведение исследований и разработок прикладного характера.

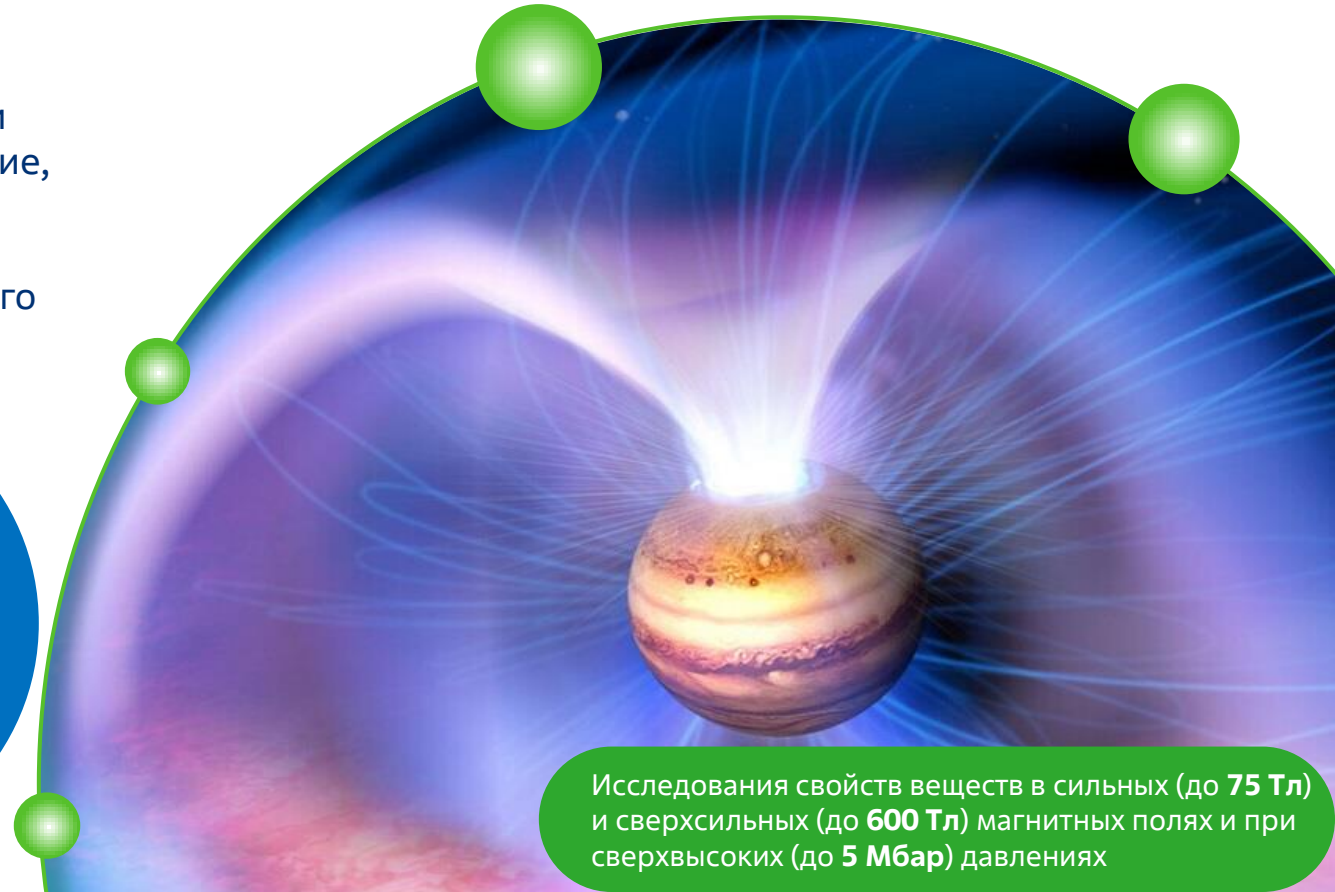
**Результатом деятельности Лаборатории будут:**

**материалы для микро- и наноэлектроники** с новыми качествами (миниатюризация, эффективность, пониженное энергопотребление, радиационная стойкость и др.),

**модели планет** для объяснения происхождения у них собственного магнитного поля.

**Результаты в области прикладных исследований:**

- создание технологической цепочки для исследований свойств веществ в сильных и сверхсильных магнитных полях (установки, измерительные методики, криогенная техника);
- исследование новых полупроводниковых, магнитных и сверхпроводящих материалов, а также наноструктур на их основе.



Исследования свойств веществ в сильных (**до 75 Тл**) и сверхсильных (**до 600 Тл**) магнитных полях и при сверхвысоких (**до 5 Мбар**) давлениях



# 6. Лаборатория нейроморфного искусственного интеллекта

**Цель: создание элементной базы и прототипов информационно-вычислительных систем нового поколения, разработка новых технологий искусственного интеллекта**

- 3 сектора:**
- 1 «Нейроморфных вычислительных систем»
  - 2 «Мультиагентного, предиктивного моделирования и поддержки принятия решений»
  - 3 «Технологий искусственного интеллекта для профилактической медицины и здоровьесбережения»

## Области применения:

решение задач технического зрения  
управление робототехническими системами  
обработка аналоговых сигналов «в сенсорах»

## Конкурентные преимущества:

- Опережающее освоение нового аппаратного обеспечения ИИ
- Ориентация на нейрогибридные системы (нейроинтерфейсы)



# 7. Лаборатория моделирования астрофизических и геофизических явлений

Цель: изучение влияния различных факторов космического пространства на живые организмы и технологические системы космических аппаратов



Структура лаборатории:



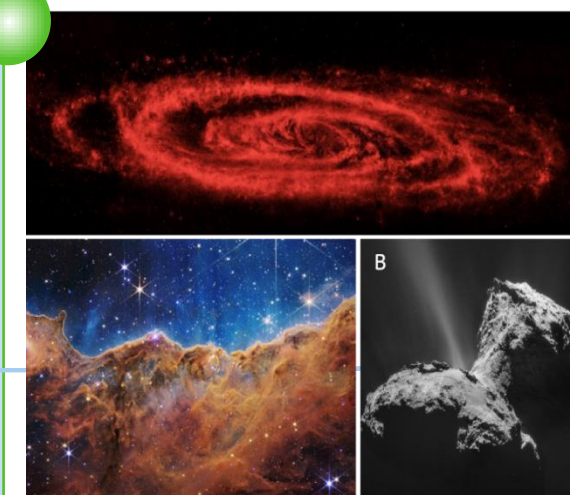
Сектор  
«Пылевой плазмы»

Сектор  
«Биофизики»

Сектор  
«Экспериментальной физики плазмы»

## Области применения результатов:

- Лунная программа Роскосмоса (при разработке и реализации проектов посадки транспортных средств на Луну и малые тела Солнечной системы);
- Пилотируемая космонавтика (создание замкнутых экосистем);
- Поиск эффективных стратегий компенсации негативных эффектов астро- и геофизических факторов, включая космическую погоду, для жителей Земли.



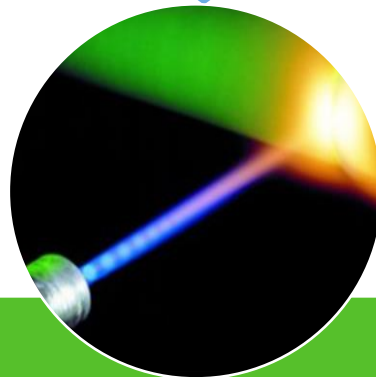
## Флагманские проекты класса «мегасайенс»



### Фотонная вычислительная машина

с производительностью  
 $10^{21}$  операций  
в секунду

Институт физики полупроводников  
им. А.В. Ржанова СО РАН



### Центр исследований экстремальных световых полей

на базе лазерного  
комплекса экзаваттной  
мощности

Институт ядерной физики  
им. Г. И. Будкера СО РАН



### Многофункциональный ускорительный комплекс

с источником комptonовского  
излучения  $\gamma$ -квантов с рекордной  
светимостью  $10^{11}$  ф/с

Институт лазерной физики СО РАН

# Взаимодействие с институтами СО РАН: Научная программа НЦФМ

№ п/п	Направление	Наименование работ	Исполнитель
1.	Направление 1 «Национальный центр исследования архитектур суперкомпьютеров»	Исследования в интересах создания динамического пространственного фазового модулятора света на жидких кристаллах	ИФП СО РАН
2.	Направление 2 «Математическое моделирование на супер-ЭВМ экса- и зеттапроизводительности»	Разработка библиотеки моделирования кинетики химических реакций	ИВМиМГ СО РАН
3.	Направление 4 «Физика высоких плотностей энергии»	Расчетно-теоретические исследования формирования, детектирования неколмогоровской турбулентности атмосферы и распространения оптического излучения в ее условиях. Расчетно-теоретические исследования возможности детектирования неколмогоровской турбулентности из измерений флуктуаций оптических волн (2023). Расчетно-теоретические исследования распространения оптического излучения в условиях анизотропного пограничного слоя атмосферы (2024). Численное исследование нестационарного движения воздуха в помещениях мощных лазерных систем на основе решения уравнений Навье-Стокса (2025).	ИОА СО РАН
4.	Направление 6 «Ядерная и радиационная физика»	Детальное моделирование экспериментов и разработка ключевых технических решений элементов ИКИ НЦФМ	ИЯФ СО РАН
5.	Направление 6 «Ядерная и радиационная физика»	Расчетная оптимизация характеристик источника комптоновского излучения на ускорительном комплексе ИКИ НЦФМ с энергий квантов в диапазоне 0,5-20 МэВ	ИЯФ СО РАН
6.	Направление 10 «Экспериментальная лабораторная астрофизика и геофизика»	Лабораторное моделирование импульсных астрофизических процессов на крупномасштабной плазменной установке КИ-1 и в активных экспериментах в космосе	ИЛФ СО РАН



НЦФМ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

**Спасибо  
за внимание !**

---



## *Дорогие коллеги и друзья!*

Сердечно поздравляю Сибирское отделение  
Российской академии наук с 300-летним юбилеем РАН!

В истории Российской академии наук и более чем 65-летней истории ее Сибирского отделения много славных страниц, выдающихся достижений, поисков и великих открытий. Ваш вклад в укрепление технологического и экономического суверенитета страны трудно переоценить.

Широта и разнообразие задач, решаемых сегодня коллективами СО РАН, под руководством академика Пармона В.Н., в значительной мере определены талантом и самоотверженным трудом выдающихся ученых и организаторов, стоявших у истоков создания крупнейшего регионального отделения РАН. Мы с благодарностью вспоминаем имена академиков Лаврентьева М.А., Марчука Г.И., Коптюга В.А., Добрецова Н.Л., Асеева А.Л., возглавлявших СО РАН.

В институтах СО РАН вместе с опытными и высококвалифицированными специалистами трудится талантливая молодежь, и это главный залог движения вперед к новым свершениям и победам. Несмотря на сложность и масштабность стоящих перед страной задач, уверен, что Вы найдете достойные ответы на вызовы сегодняшнего времени.

Современная атомная наука и техника вышли из стен Лаборатории № 2 Академии наук СССР, и на протяжении 80 лет этот неразрывный союз фундаментальной академической науки и бурно развивающейся атомной отрасли обеспечил мирное существование страны и дал миру плеяду уникальных ученых, инженеров, конструкторов, которыми гордится отчизна.

В год 300-летия Российской академии наук желаю СО РАН и всему академическому сообществу благополучия, процветания, творческого долголетия и новых успехов в Вашей столь нужной России работе!

Генеральный директор  
Госкорпорации «Росатом»

А.Е. Лихачев