



РФЯЦ-ВНИИЭФ
РОСАТОМ

**Актуальные задачи развития технологии
высокопроизводительных вычислений, включая
суперкомпьютерного моделирования, в интересах
создания высокотехнологичных изделий**

Шагалиев Рашит Мирзагалиевич

Гребенников Андрей Николаевич

29 сентября 2025г.

г.Москва

Технологии высокопроизводительных вычислений, включая суперкомпьютерное моделирование для промышленных систем.

Актуальность

Имеют место:

- ✓ Рост роли и места высокопроизводительных вычислений при проектировании и создании сложных технических систем и изделий

Обусловлено:

- Усложнением конструкций, повышением технических характеристик
- Введением в конструкции элементов искусственного интеллекта
- Ограниченными возможностями натуральных испытаний и экспериментальных исследований
- Требованиями существенного сокращения сроков создания

- ✓ Существенное расширение классов решаемых задач
- ✓ Необходимость развития полностью отечественного конкурентоспособного программного обеспечения для комплексного суперкомпьютерного моделирования и инженерного анализа

Требуется переход от традиционной технологии суперкомпьютерного многовариантного моделирования к новой технологии виртуальных (цифровых) испытаний систем и изделий. Невозможно без тесной кооперации ученых и специалистов из разных областей (математики, физики, конструирования, программирования и др.) в силу сложного междисциплинарного характера работ

Ключевая задача – обеспечение технологической независимости Российской Федерации в области технологий высокопроизводительных вычислений и инженерного анализа

ГОСТ Р 57700.37-2021 (разработан в рамках ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии»)

Цифровые испытания – определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата исследования свойств цифровой модели (или цифрового двойника) этого объекта.

Цифровая модель изделия – система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделия, описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла, для которой на основании результатов цифровых и (или) иных испытаний по ГОСТ 16504 выполнена оценка соответствия предъявляемым к изделию требованиям.

Компьютерная модель – модель, выполненная в компьютерной (вычислительной) среде и представляющая собой совокупность данных и программного кода, необходимого для работы с данными

Базируется на отечественном программном обеспечении

Технология цифровых испытаний. Составные части работ



Цифровые испытания. Актуальность. Основания для разработки

- ❑ **Решение Президента Российской Федерации В.В. Путина**
Письмо Министра обороны Российской Федерации А.Р. Белоусова о развитии технологий цифрового проектирования и цифровых двойников (12.08.2024)
- ❑ **Указание Первого заместителя Председателя Правительства Российской Федерации Д.В. Мантурова** (от 18.08.2024 №МД-П7-26715)
- ❑ **Решение Коллегии военно-промышленной комиссии Российской Федерации** от 19.04.2024 №ВПК-П22-6р «Об утверждении Плана мероприятий по реализации в 2024-2026 годах Концепции развития испытательного стендового и полигонного комплекса Российской Федерации до 2033 г»
- ❑ **Совещания у заместителя Министра промышленности и торговли Российской Федерации К.А. Лысогорского** (24.07.2024, 26.08.2024, 11.10.2024)
- ❑ **Совещание подкомиссии по направлению «ОПК и диверсификация продукции»** комиссии Государственного Совета Российской Федерации по направлению «Промышленность» (14.07.2023). Председатель – первый заместитель коллегии ВПК Российской Федерации В.П. Тонкошуров
- ❑ **Заседание НТС ВПК Российской Федерации** по вопросу «Научно-технические проблемы создания и применения технологий компьютерных испытаний как составной части разработки высокотехнологичных изделий» (15.10.2024)
- ❑ **Научно-технологическая программа Приоритетного технологического направления «Технологии высокопроизводительных вычислений, включая суперкомпьютерные технологии»**

ИНТЕГРАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

1 Многофункциональный отечественный пакет программ Логос, CadFlow, FlowVision, CML-Bench, Fidesys, APM WinMachine, Euler и другие

Моделируемые процессы:

Аэро-, гидро-, газодинамика, теплоперенос, прочность, турбулентность, деформация, разрушение, кинетика горения ВВ, фильтрация, обледенение, электромагнитное излучение, кинематика, акустика, гидравлика, вибрационные типы анализа (модальный, гармонический, широкополосная случайная вибрация) и другие

2 Специализированные модули, адаптированные к конкретным режимам функционирования изделий

Постановление Правительства Российской Федерации
ГРБС – Минпромторг России

Более 60 проектов (2018 – 2026 гг.)
250 рабочих мест в организациях ОПК
Используются при разработке более 50 изделий

3 Интеграционная платформа Логос

Интеграция программных продуктов разработки организаций ОПК и промышленности

- авиастроение
- судостроение
- ракетно-космическая отрасль
- атомная энергетика
- двигателестроение
- обычные вооружения
- автомобилестроение
- экология
- нефтегазовая отрасль
- и другие

Актуальные задачи

- ✓ Достижение уровня мировых аналогов по функциональности
- ✓ Комплексное компьютерное моделирование, высокая предсказательность

Пакет программ Логос для инженерного анализа и суперкомпьютерного моделирования

- ✓ **Импортонезависимость**
- ✓ **Обеспечение технологической независимости Российской Федерации**
- ✓ **Повышение эффективности проектирования и создания высокотехнологичных изделий на основе внедрения технологий цифровых двойников и цифровых испытаний**

Создан и развивается при поддержке
Минпромторга России и Госкорпорации «Росатом»

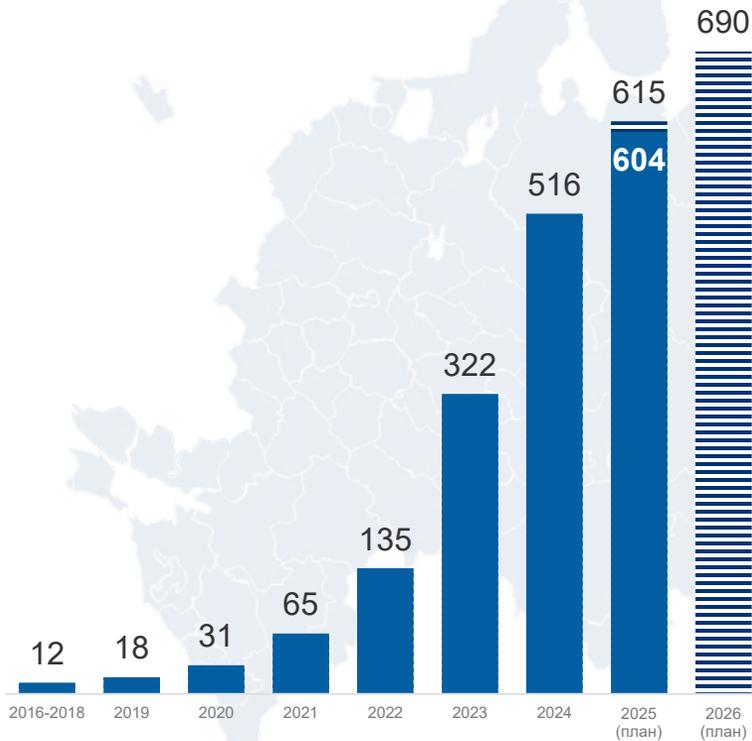
- ✓ Полностью **отечественный** программный комплекс
- ✓ Включен в **реестр** отечественного ПО
- ✓ **Уровень внедрения: 8 557** рабочих мест в **283** организациях и **80** ВУЗах
- ✓ **Кроссплатформенность** (возможность использования) – от ПЭВМ и рабочих станций до сверхмощных супер-ЭВМ
- ✓ **Адаптирован** под архитектуру современных супер-ЭВМ, включая микропроцессоры Эльбрус
- ✓ **18 специализированных версий для отраслей**

Направления работ

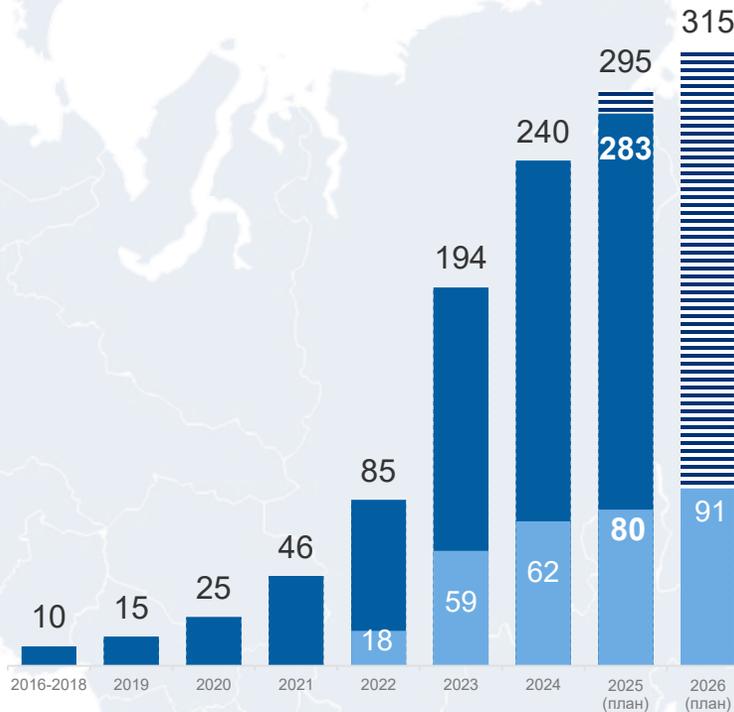
- ✓ Создание специализированных версий для ОПК
- ✓ Создание специализированных версий для атомной отрасли
- ✓ Развитие новых направлений (Логос Аддитив, Логос Стройка, Логос Нефтегаз и др.)
- ✓ Внедрение пакета программ Логос в научно-образовательную деятельность вузов

Отечественный многофункциональный пакет программ Логос. Уровень внедрения на гражданский рынок

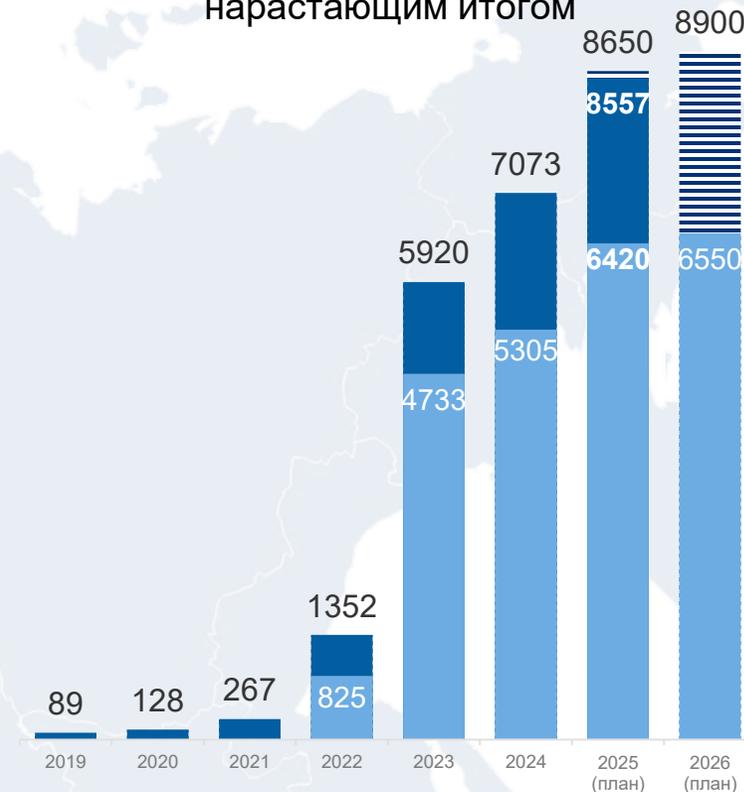
Внедрение на основе лицензионных договоров, нарастающим итогом



Количество организаций, нарастающим итогом



Количество рабочих мест в организациях, нарастающим итогом

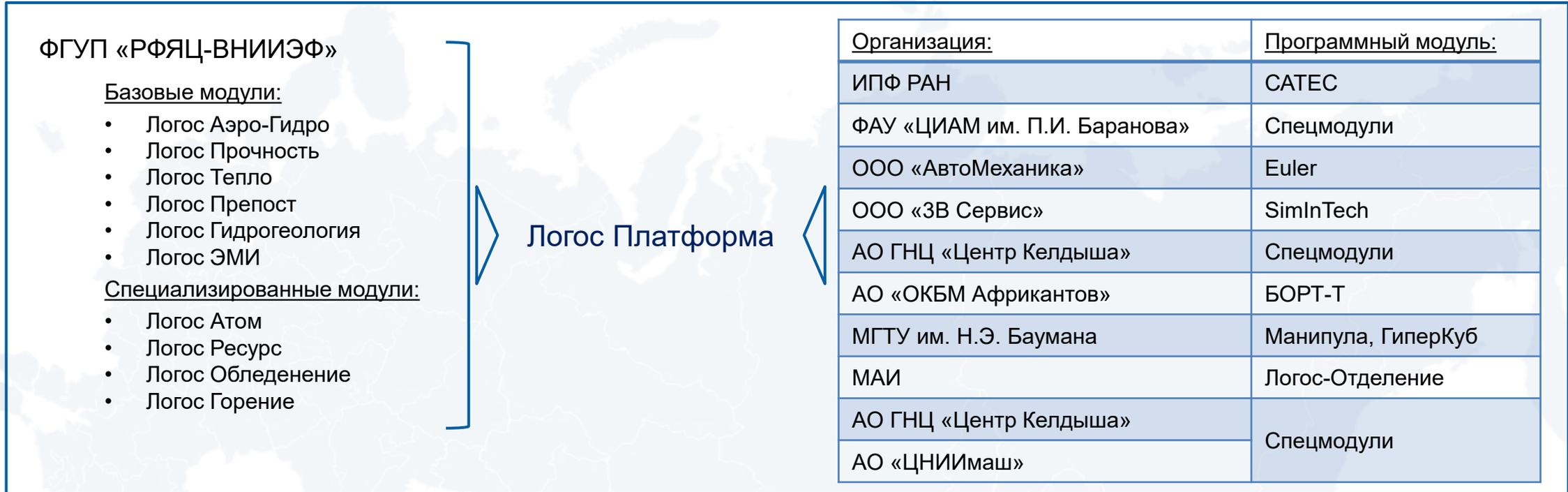


■ – Всего ■ – ВУЗы ▨ – План

Задачи внедрения

- Расширение рынка внедрения:** организации авиастроения, судостроения, двигателестроения, автомобилестроения, атомной энергетики, ракетно-космической отрасли, обычных вооружений, нефтегазовой и других отраслей промышленности
- Переход от модели лицензионных продаж к модели оказания постоянных услуг:** обучение, адаптация, техническая поддержка, расчетное моделирование и др.

Программная Платформа Логос. Интеграция как инструмент обеспечения комплексного моделирования



» Концентрация уникальных знаний и опыта предприятий промышленности

» Широкое внедрение «авторских» разработок на предприятия

» Обеспечение конкурентоспособности с иностранными аналогами

Актуальная задача

- ✓ Создание полнофункционального отечественного пакета программ на базе интеграции специализированных модулей в единую программную платформу

Логос Платформа

Функциональные возможности:

- ✓ Проведение мультидисциплинарного моделирования
- ✓ Проведение параметрических и оптимизационных исследований
- ✓ Использование готовых и пользовательских шаблонов расчётных сценариев
- ✓ Выполнение расчёта задач на различных платформах и в гетерогенном режиме
- ✓ Проведение исследований с перестроением геометрии
- ✓ Взаимодействие расчётных модулей Логос
- ✓ Подключение пользовательских функций и расчётных модулей
- ✓ Использование интегрированных оптимизаторов



Новые возможности:

- Оптимизаторы Nelder-Mead, BasinHopping, SLSQP, CG, SEGO, SEGOVAE
- Суррогатные модели методами IDW, RBF, Kriging, вариационного автоэнкодера
- Гетерогенный режим (ПЭВМ – супер-ЭВМ) расчета мультидисциплинарных задач
- Новые типовые связи «Логос Тепло» - «SimInTech» и «Логос Тепло» - «Логос Прочность»
- Специализированные связки («Логос Нейтрон», «РАСНАР» ОКБМ Африкантов)
- Модель движения
- Интеграция расчетных модулей «Логос Акустика» и «Логос Ресурс»

Пакет пакета программ Логос. Развитие технологий многопараметрической оптимизации и искусственного интеллекта

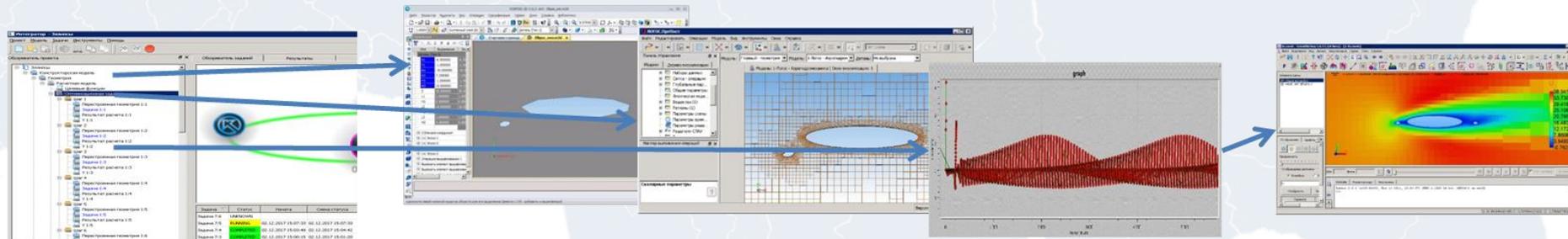
Ключевая цель: Достижение уровня моделирования, обеспечивающего оптимизацию сложных технических систем и изделий, функционирующих в различных режимах и условиях (сотни варьируемых параметров, в том числе нелинейных)

Составные части:

- ✓ Искусственный интеллект,
- ✓ Аппаратное обеспечение,
- ✓ Многопараметрическая оптимизация и др.

Направлено на:

- ✓ Решение задач параметрической и геометрической оптимизации параметров расчетной модели
- ✓ Параметрические исследования с изменением геометрических и расчётных моделей
- ✓ Создание связи с компонентами PLM систем (CAD и пр.)



Логос Платформа

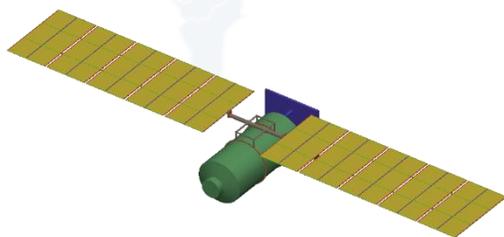
Оптимизация облика космического аппарата

Назначение: Сопряжённое суперкомпьютерное моделирование процессов теплопроводности и прочности функционирования космического аппарата с учетом изменения геометрического положения элементов конструкции

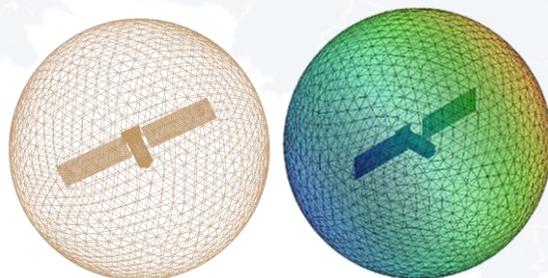
Особенности моделирования:

- Специализированные модули для моделей: баллистики полёта КА, аэродинамической и гидродинамической моделей, математических моделей служебных систем, целевой и датчиковой аппаратуры
- Сквозной расчет термонапряженного состояния КА с учетом солнечного потока излучения и изменения геометрии с использованием Логос Тепло и Логос Прочность
- Использование многокритериальных многопараметрических оптимизаторов SEGO, IOSO (интегрированная сторонняя разработка)

Пример применения



Тепловая модель спутника «Метеор-М»



Преобразование расчетных сеток аэродинамической модели с учетом поворота панелей солнечных батарей

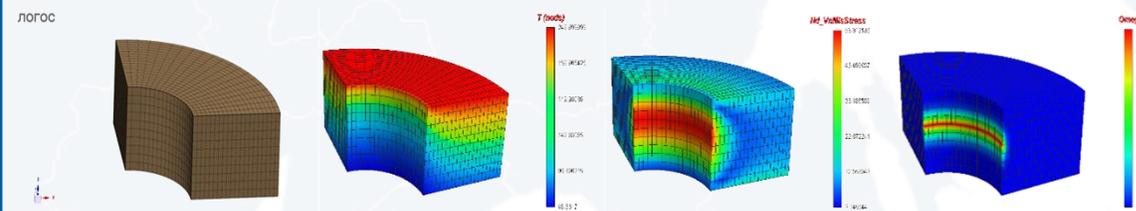
Оценка ресурса конструкции

Назначение: Сквозное моделирование оценки ресурса при многоцикловых и малоцикловых, а также нестационарных термоциклических нагружениях, полученного путем поэтапного трехмерного моделирования теплового состояния и прочности

Особенности моделирования:

- Термоциклическая нагрузка на материал
- Нестационарность
- Сопряженный расчет: «Логос Тепло» – «Логос Прочность» – «Логос Ресурс»

Пример применения



Логос Платформа

Построение сеточной модели (Препроцессор Логос)

⇒
Определение тепловых полей (Логос Тепло)

⇒
Определение параметров НДС (Логос Прочность)

⇒
Определение долговечности (Логос Ресурс)

Внедрение в промышленность современных технологий проектирования и создания изделий

Базируются на специализированных версиях пакета программ Логос

Постановление Правительства Российской Федерации №707
(ГРБС – Минпромторг России)

2018 – 2021гг.

6 проектов

Технические заказчики:

АО «НПК «Техмаш», АО «КТРВ»,
ПАО «ИЛ», ПАО «Компания «Сухой»,
ПАО «ОАК», АО «СПМБМ «Малахит»

- ✓ Аэродинамика летательных объектов в условиях обледенения
- ✓ Единая виртуальная модель функционирования летательного аппарата
- ✓ Плавательные подводные аппараты
- ✓ Кумулятивный боеприпас
- ✓ Функционирование подводного снаряда

16 изделий

2022 – 2024гг.

7 проектов

Технические заказчики:

АО «НПК «Техмаш», АО «КТРВ», АО «ГНПП
«Регион», ПАО «Компания «Сухой», ПАО «ОДК»,
ФГУП «РФАЦ-ВНИИЭФ», АО «СПМБМ
«Малахит»

- ✓ Элементы и системы плавательных аппаратов
- ✓ Элементы газотурбинного двигателя
- ✓ Процессы отделения грузов от авиационных носителей
- ✓ Комплексный виртуальный огневой стенд
- ✓ Элементы лазерной системы
- ✓ Удлиненный заряд разминирования
- ✓ Элементы подводной ракеты
- ✓ Управляемый реактивный снаряд

>25 изделий

2024 – 2026гг.

4 проекта

Технические заказчики:

АО «НПК «Техмаш», АО «КТРВ»,
ПАО «ОАК», АО «СПМБМ «Малахит», ПАО «ОДК»

- Специализированная версия Логос для моделирования работы изделий авиационного назначения в обеспечение сертификационных и натурных испытаний
- Специализированная версия Логос для компьютерных испытаний сквозного срабатывания пусковых установок
- Специализированная версия Логос для двигателестроительной отрасли
- Специализированное программное обеспечение в интересах создания перспективных управляемых ракет

Текущее состояние:

- ❑ Существуют разрозненные внутренние базы данных
 - Опираются на результаты интегральных экспериментов
 - Не позволяют проводить полную валидацию программного обеспечения
- ❑ Разработана программа по обеспечению реализации Концепции развития испытательного стендового и полигонного комплекса Российской Федерации (далее – Программа)

Планируется к реализации в рамках ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации»

Государственный заказчик: Департамент оборонно-промышленного комплекса Минпромторга России

Актуальные задачи

- ✓ Создание специализированных баз данных для верификации и валидации изделий ВВСТ (отраслей, предприятий)
Составные части работ: проведение специализированных экспериментов, в том числе с использованием возможностей ФГУП «ЦАГИ», АО «КГНЦ», ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» и др., унификация получаемых результатов
- ✓ Реализация мероприятий в рамках разработанной Программы

Нормативно-техническая база. Текущее состояние и задачи

- Разработана **Программа стандартизации** в области разработки и применения компьютерных моделей и электронных конструкторских документов на изделия военной техники на 2020-2025 годы

Утверждена Минпромторгом России
Согласована с Росстандартом и Минобороны России (Пер. № ПС 0099.001-2020)



Реализуется в рамках ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии»

(руководитель – К.А. Лысогорский, заместитель руководителя – Р.М. Шагалиев)

Участники: ГУВ Минобороны России, 46 ЦНИИ Минобороны России, НИЦ «Прикладная Логистика», организации Госкорпорации «Роскосмос», АО «КТРВ» и другие

- Разработаны 3 ГОСТ РВ
- 2021 год. Разработан **первый национальный стандарт** Российской Федерации «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения»
- 2024 год. Разработан **первый** в Российской Федерации предварительный **национальный стандарт применительно к изделию** «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники газотурбинных двигателей и установок. Общие положения»

Актуальная задача

- ✓ Разработка и реализация программы стандартизации технологии цифровых испытаний
Отв.: Минпромторг России, Минобороны России, Госкорпорация «Росатом»

Подготовка в вузах и переподготовка в отраслевых центрах специалистов в области цифровых испытаний

Текущее состояние:

Более 60 вузов – оснащены отечественным программным обеспечением инженерного анализа и математического моделирования: пакетом программ «Логос», Fidesys, FlowVision и др.

Организовано обучение в рамках:

- Передовых Инженерных Школ, базовых программ, программ ДПО ведущих вузов страны: ФГАОУ ВО «ННГУ им. Лобачевского», ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», ФГАОУ ВО «НИЯУ «МИФИ», ФГБОУ ВО «МАИ», ФГБОУ ВО «МГТУ им. Баумана» и др.
- Центров компетенций и обучения: ФГУП «ВНИИ «Центр», МГТУ им. Н.Э. Баумана, ООО «ЦКО» (Саров), ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова», АО «СПМБМ «Малахит» и др.

Актуальные задачи

✓ Разработка и внедрение программ обучения цифровым испытаниям:

- Обучение работе в отечественном программном обеспечении
- Обучение технологии проведения компьютерных испытаний

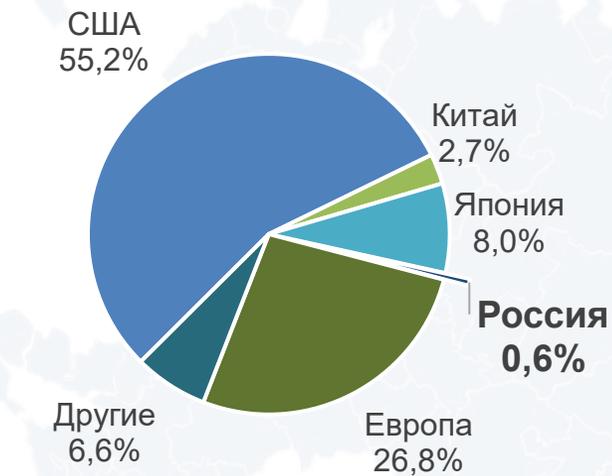
Отраслевые центры
подготовки

✓ Реализация программы обучения инженерному анализу и суперкомпьютерному моделированию на отечественном программном обеспечении

ВУЗы

Высокопроизводительные вычислительные ресурсы. Текущее состояние и задачи

Текущее состояние в мире*



Суммарная производительность
500 самых мощных супер-ЭВМ в
мире составляет ~ 11 700 Пфлоп/с

* – по данным рейтинга ТОП-500 (06.2024г.)

Ресурсы супер-ЭВМ для промышленности России

- ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
- ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»
- ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»
- МСЦ РАН – филиал ФНЦ НИИСИ РАН
- АО «ЦСМ»
- ВИТ ЭРА
- ВЦ предприятий

Актуальная задача

- ✓ Проведение организационно-технических мероприятий по объединению ЦКП в единую систему в целях обеспечения организаций промышленности высокопроизводительными вычислительными ресурсами

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

✓ ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ УСЛОЖНЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ СУПЕР-ЭВМ



Динамика роста кол-ва процессоров супер-ЭВМ, первых в мировом рейтинге TOP-500, тыс.шт.



✓ СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СУПЕР-ЭВМ С ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРОЙ



Высокопроизводительные вычисления



Обработка видеоданных



Нейронные сети и машинное обучение



Нейроморфные системы и т.д.

✓ ПЕРЕХОД НА НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОПРОЦЕССОРОВ ДЛЯ СУПЕР-ЭВМ (2-5 НМ)

✓ ОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫХОДА НА ЗАРУБЕЖНЫЕ ФАБРИКИ ИЗ-ЗА СУЩЕСТВЕННЫХ САНКЦИОННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА:

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОГО КЛАССА И НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ НОВЫХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Отечественная защищенная операционная система «Арамид»



Области применения:

- Высоконагруженные параллельные вычислительные среды различной производительности для решения задач математического моделирования (авиастроение, судостроение, ракетно-космическая отрасль и другие)
- Центры обработки данных
- Специализированные серверы
- Автоматизированные системы в защищенном исполнении

- ✓ Включена в реестр отечественного программного обеспечения
- ✓ Единственная в России ОС для обработки защищенной информации на супер-ЭВМ
- ✓ Установлена более чем на **200 супер-ЭВМ**
- ✓ Сертифицирована во ФСТЭК (тип «А» 2-го класса защиты)

Ближнесрочные планы:

- Адаптация под супер-ЭВМ из отечественных компонентов
- Внедрение:
 - ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
 - ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»
 - ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»
 - ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России
 - АО «ЦСМ»
 - АО «КТРВ»
 - АО «ЦКБ МТ «Рубин»
 - ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»
 - ФАУ «ГосНИИАС», а также другие организации ОПК



Отечественные компоненты супер-ЭВМ разработки РФЯЦ-ВНИИЭФ



Система межпроцессорных обменов (СМПО)

СМПО-200С (2021-2025гг.):

- Производство по технологическим нормам 28 нм
- Пропускная способность 200-300 Гбит/с
- Кооперация: ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН

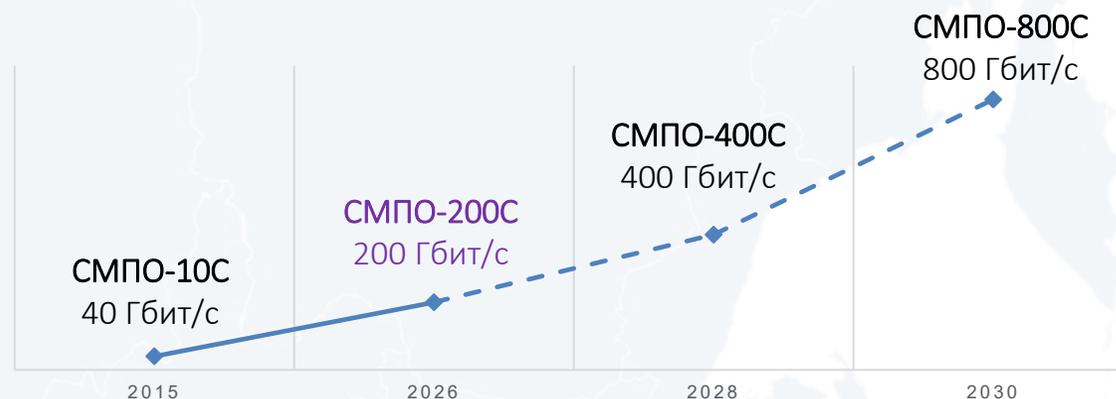
Запущен комплексный проект по разработке и производству в рамках постановления Правительства Российской Федерации №109

2023 г. Разработка КД на макетный образец

2025 г. Опытный образец (300 Гбит/с)

2024г.:

- ✓ Изготовлен макетный образец СБИС
- ✓ Разработаны: приемопередатчик высокоскоростного канала связи не менее 25 Гбит/с; контроллер PCI Express 3.0 x16; комплекты РКД на СБИС и аппаратный модуль СМПО-200СА
- ✓ Начато изготовление опытного образца аппаратного модуля СМПО-200СА (200 Гбит/с)



98% СУПЕР-ЭВМ ИЗ СПИСКА ТОП-500 ОСНАЩЕНЫ КОММУНИКАЦИЕЙ НЕ ВЫШЕ 200 Гбит/с

Потенциальные заказчики и потребители:

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», Атом-дата, РСК, Ниагара, Аквариус, Норси-Транс, Сонет, НПО КИС, Ростелеком, Сбербанк, Мегафон, Биллайн, Теле2, Яндекс, Мэйл.ру и другие

ФОТОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



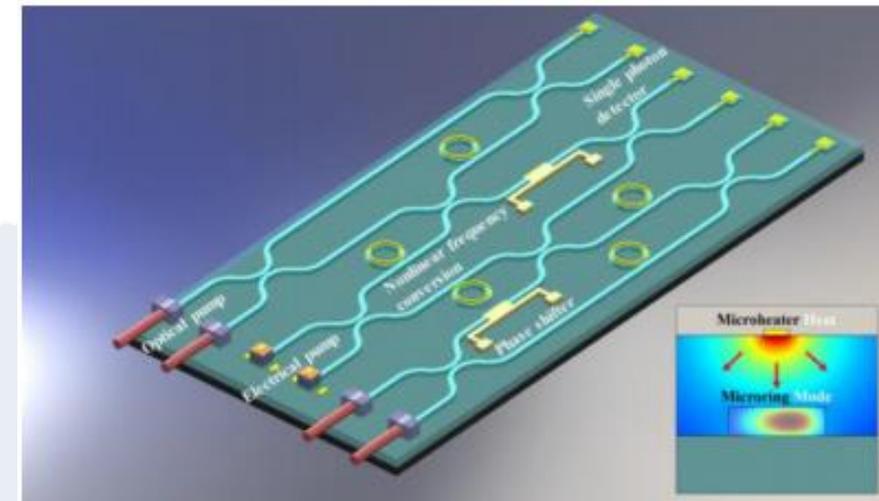
РФЯЦ-ВНИИЭФ
РОСАТОМ

Одним из возможных вариантов наращивания производительности отечественных универсальных вычислительных машин является применение **фотонного вычислителя**, в основе функционирования которого лежат эффекты взаимодействия когерентных систем световых волн, порождаемых лазерным излучением.

По сравнению с используемыми ЭВМ с универсальными процессорами и графическими ускорителями ведущих зарубежных фирм IBM, Intel, AMD, NVIDIA (базируются на технологических нормах 3-7 нм) специализированные ФВС могут обеспечить существенное ускорение решения определённых классов задач (в 100-1000 раз с достижением эксаопсного уровня к 2030г.) при значительном повышении энергоэффективности.

Преимущества оптической обработки информации:

1. Обработка со скоростью света
2. Широкий спектр
3. Отсутствие тепловых потерь
4. Отсутствие электромагнитных помех
5. Параллельная обработка
6. Обработка комплексных данных



*Xi Wu, Tianren Fan, Ali A. Eftekhar, and Ali Adibi,
"High-Q microresonators integrated with
microheaters on a 3C-SiC-on-insulator platform,"
Opt. Lett. 44, 4941-4944 (2019)*

В РФЯЦ-ВНИИЭФ в кооперации с рядом ведущих научных центров развернуты работы по созданию гибридных вычислительных систем на основе аналоговых фотонных сопроцессоров (АФС).

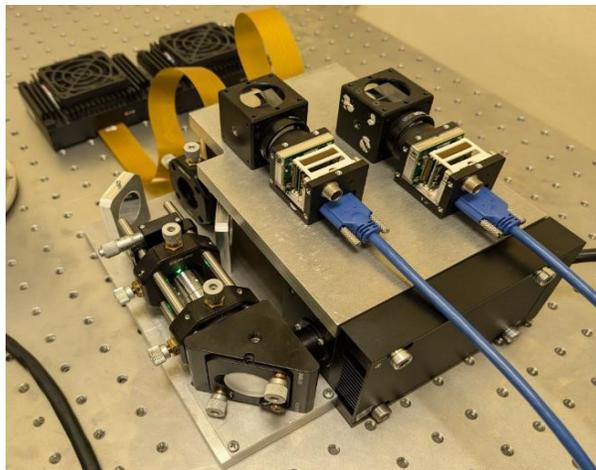
Назначение АФС: обработка больших объемов данных (видео-, аудио-, радиолокационных, гидроакустических), в том числе , получаемых в режиме реального времени со средств наблюдения.

АНАЛОГОВЫЕ ФОТОННЫЕ СОПРОЦЕССОРЫ

Головной исполнитель: РФЯЦ-ВНИИЭФ. Соисполнители: Самарский университет, ИФП СО РАН и др.

В рамках реализации научной программы Национального Центра Физики и Математики ведется НИР по разработке макетных образцов АФВУ на основе ДНС и их компонентов.

1. Компактный образец со скоростью обработки кадров до 100 Гц – **АФВУ-К**
2. Высокопроизводительный образец со скоростью обработки кадров до 16 000 Гц – **АФВУ-С**



Направление АФВУ-К. Этап 2023-2024.

Создан макетный образец в корпусе на основе однослойной ДНС.

Габариты: 200x215x115 мм. Энергопотребление: до 40 Вт.

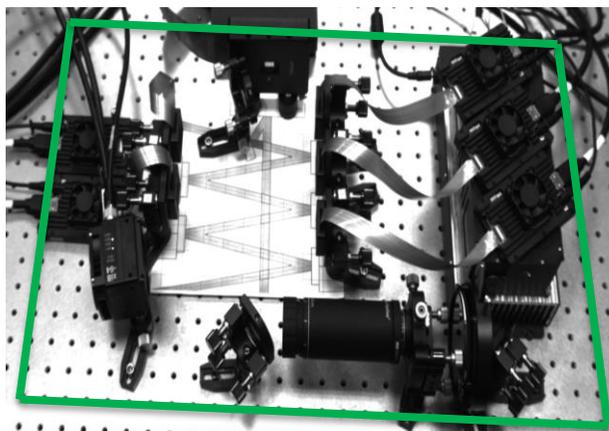
Обрабатывает изображения размером до 8 Мегапикселей с частотой до 100 Гц.

На изображениях MNIST продемонстрирована точность распознавания до 95%.

Отработан ряд технических решений по корпусировке подобных систем.

Планы 2025-2027

Демонстрация работоспособности макетного образца в корпусе на практических задачах.



Направление АФВУ-С. Этап 2023-2024

Создан макетный образец на основе 5-ти слойной ДНС.

Энергопотребление: до 120 Вт.

Отработан ряд технических решений по корпусировке.

Обрабатывает изображения размером до 1.5 Мегапикселей с частотой до 10 000 Гц.

Планы 2025-2027

Демонстрация работоспособности макетного образца в корпусе на практической задаче поиска объектов интереса на космических снимках систем дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), как составной части электронно-фотонной вычислительной системы (ЭФВС).

Структура гибридной электронно-фотонной вычислительной системы (проект)

ЭФВС



Рабочие места

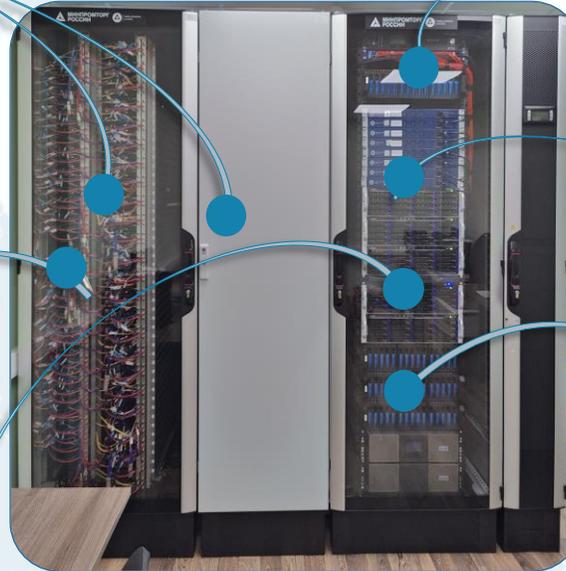


Клиентская часть прикладного ПО

Энергообеспечение и поддержка климата



Шкаф



Коммутатор Ethernet



Подсистема коммутации

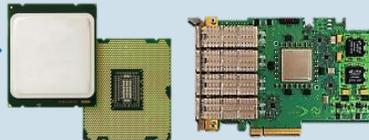


Универсальный вычислитель



Прикладное ПО

Операционная система



Процессор

Адаптер

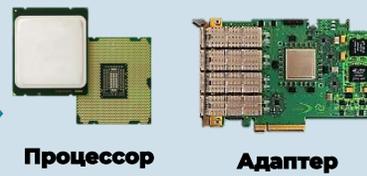
Универсальный сегмент до 1 Пфлопс

Файловая система



Операционная система

Прикладное ПО



Процессор

Адаптер



Хранилище

Файловая система до 100 Пбайт

АФВУ



Прикладное ПО



Фотонный сопроцессор



Блок управления

Фотонный сегмент до 100 Эксаопс

Обеспечение технологической независимости Российской Федерации в области технологий высокопроизводительных вычислений и инженерного анализа – комплексная научно-техническая и организационная задача



Спасибо за внимание!