

Научный центр мирового уровня «Передовые цифровые технологии»

Структура центра:



Направления исследования центра:

- Передовые цифровые технологии (Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design) и технологии «умного» производства (Smart Manufacturing));
- Искусственный интеллект;
- Роботизированные системы;
- Материалы нового поколения и аддитивные технологии

Наука, образование и кадровый потенциал:

Планируется привлечение и закрепление ведущих ученых в центре – 221 чел. 2025 г., всего научных кадров, задействованных в реализации программы – 880; доля молодых исследователей – 51%

Сотрудничество с мировыми ведущими вузами - более 30 партнеров, в том числе: Университетский колледж Лондона, Мюнхенский Университет прикладных наук, Берлинский Технический Университет, Политехнический Университет Милана, Шанхайнский Институт технической физики Китайской академии наук и др.

Влияние на развитие высокотехнологичных отраслей:

- Автомобилестроение, двигателестроение, авиастроение и ракетно-космическая техника, судостроение и кораблестроение, машиностроение, включая атомное, нефтегазовое, химическое, тяжёлое и специальное машиностроение, железнодорожный транспорт;
- Здравоохранение;
- Добыча полезных ископаемых; обрабатывающие производства, производство металлургическое, производство кокса и нефтепродуктов; производство химических веществ и химических продуктов;
- Транспортная и энергетическая инфраструктура;
- Сельское хозяйство;
- Строительство.

Цели, задачи Программы создания и развития научного центра мирового уровня «Передовые цифровые технологии» на 2020-2025 годы

Цель:

обеспечение достижений приоритетов научно-технологического развития РФ по широкому спектру направлений, в первую очередь, на обеспечение технологических прорывов на основе передовых цифровых технологий и платформенных решений, интеллектуальных производственных технологиях, эффективном применении роботизированных систем, новых материалов и способов конструирования, создания и применении систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

Задачи:

1. Создание и развитие фундаментальных и научно-технологических основ приоритетного комплекса технологий:
 - передовые цифровые технологии: цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design) и технологии «умного» производства (Smart Manufacturing);
 - искусственный интеллект;
 - роботизированные системы;
 - материалы нового поколения и аддитивные технологии.
2. Проведение научных исследований и разработок на мировом уровне или превышающем мировой уровень в тесной кооперации с отечественными и зарубежными научно-исследовательскими организациями, а также с индустриальными партнерами, уже подтвердившими свою заинтересованность в результатах деятельности центра в 2017-2019 гг. и заинтересованными в новых результатах, которые будут получены центром в 2020-2025 гг.
3. Разработка и внедрение в центре новых научно-образовательных и исследовательских программ, в том числе международных тематических программ, в рамках приоритетного комплекса технологий.
4. Проведение центром конференций и мастер-классов, иных мероприятий, в том числе международных, по тематикам, соответствующим приоритетному комплексу технологий.
5. Развитие научно-технологической инфраструктуры центра.
6. Проведение мероприятий, направленных на кросс-отраслевой трансфер технологий и мультидисциплинарных результатов научных исследований центра.
7. Обеспечение устойчивого функционирования центра по итогам реализации Программы создания и развития центра (в период 2026 - 2030 гг.).

35

тематик НИ с результатами,
превышающими/соответствующими мировому
уровню

1132

статей Q1/Q2 опубликовано по результатам НИ в
журналах, индексируемых в международных
базах данных

10+

сфер экономической и социальной деятельности,
в которых внедрены результаты НИ

57

новых научно-образовательных и
исследовательских программ запущено

47

наименований конференций (включая
ежегодные), мастер-классов и иных
мероприятий

85%

планируемый уровень загрузки научного
оборудования в 2025 году

Планируемые научные исследования центра (1/3) «Передовые цифровые технологии: цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design) и технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)»:

№	Ключевые результаты научных исследований и разработок по направлению:	Научная новизна и мировой уровень:
1	<p>Технологии разработки и применения цифровых двойников (Digital Twin) изделий, машин, конструкций и киберфизических систем и продукции в приоритетных отраслях промышленности: автомобилестроение, двигателестроение, авиастроение, судостроение и кораблестроение, машиностроение, включая атомное, нефтегазовое, химическое, тяжёлое, специальное машиностроение, железнодорожный транспорт.</p>	<p>Научные исследования обеспечат разработку и применение семейства сложных мультидисциплинарных математических моделей, описываемых 3D нестационарными нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных, с высоким уровнем адекватности поведению в различных условиях эксплуатации реальных материалов, объектов / систем / машин / конструкций / ... и разнообразным технологическим процессам, с помощью которых создаются реальные материалы и реальные объекты / изделия / продукты / ... Цифровой двойник - технология-драйвер и технология-интегратор «сквозных» цифровых технологий и большинства субтехнологий, которая способна обеспечить достижение технологического лидерства, цифровую трансформацию приоритетных отраслей развития экономики и социальной сферы и выход российских компаний на международные рынки.</p>
2	<p>Цифровая платформа разработки цифровых двойников CML-Bench, обеспечивающая одновременный учет, мониторинг и управление до 150 000 требований, целевых показателей и ресурсных ограничений Матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, применение смежных «сквозных» цифровых технологий искусственного интеллекта, больших данных, распределённых реестров.</p>	<p>Полученный результат будет уникальным, превышающим все известные в настоящее время результаты в мире, именно он будет обеспечивать переход от традиционной парадигмы проектирования (доводка продуктов / изделий до требуемых характеристик на основе натурных испытаний, 5-10 итераций "в среднем") к новой парадигме цифрового проектирования и моделирования – технологии разработки и применения цифровых двойников.</p>
3	<p>Технологии гибридной инженерии объектов морской техники и изделий машиностроения, создания гибридных, в том числе виброакустических, портретов сложных технических объектов.</p>	<p>Актуальность направления определяется тем, что концепция гибридного инжиниринга позволяет существенно расширить возможности и достоверность математического эксперимента, позволяя анализировать экспериментальные и расчётные данные как равнозначные компоненты единой гибридной модели сложного объекта, изделия, физического процесса. Технологии гибридного инжиниринга – прорывные цифровые технологии в проектировании и эксплуатации сложной техники. Их применение позволит сформировать гибридные «цифровые двойники» высокого уровня адекватности, что обеспечит снижение объемов необходимых испытаний.</p>
4	<p>Технологии моделирования сложных физико-энергетических и гидротехнических процессов и систем. Математические модели и численные методы для анализа функционирования объектов в сплошных средах с учетом стратификации, возмущений, волн, ветрового воздействия, интенсификации теплообмена в многофазных средах для проектирования новых образцов морской техники.</p>	<p>В результате исследований будут получены математические модели и численные методы для анализа функционирования объектов в сплошных средах с учетом стратификации, возмущений, волн, ветрового воздействия, интенсификации теплообмена в многофазных средах для проектирования новых образцов морской техники конкурентоспособных на мировом и отечественном рынках. Кроме того, на базе разработанных моделей будут спроектированы имитационные и тренажерные системы, в том числе с применением технологий виртуальной и дополненной реальности, как для отработки новых технических решений, так и для подготовки персонала. Указанные результаты направлены на решение задач, связанных со спецификой функционирования робототехнических платформ в «подводном космосе», сложных мультидисциплинарных задач, обусловленных средой функционирования объектов (гидродинамика, гидроакустика, гидробойника, физико-энергетические процессы, электродинамика и пр.), обеспечивающих лидирующие позиции РФ в надводном и подводном сегментах Мирового океана.</p>
5	<p>Цифровые технологии моделирования и управления процессами, возникающими при добыче и хранении трудноизвлекаемых запасов углеводородов (методы моделирования ГРП в низкопроницаемых коллекторах, оптимизации работы скважин, планирования скважинных исследований, оптимизации технологий закачки газа в пласт).</p>	<p>В рамках исследования будут разрабатываться новые методы моделирования ГРП в низкопроницаемых коллекторах, оптимизации работы скважин, планирования скважинных исследований, оптимизации технологий закачки газа в пласт. При этом будет использоваться как традиционные подходы механики деформируемого твердого тела, так и перспективные подходы, основанные на использовании искусственного интеллекта и машинного обучения. В ходе работы будет произведена разработка математических моделей, программных средств по решению задачи Aspect Ratio в квазистационарной постановке: учет влияния неоднородности напряжений, упругих модулей, трещиностойкости по вертикали (3 слоя) на геометрию трещины ГРП и исследование влияния вариации коэффициента Пуассона на траекторию трещин МГРП с помощью метода динамики частиц.</p>
6	<p>Технологии разработки и применения цифровых двойников пластовых пород на основе цифровых моделей микрофлюидных явлений; применение цифровых двойников пластовых пород в исследованиях процессов химического заводнения нефтеносных пластов.</p>	<p>Планируемые эффекты в части создания новых технологий отвечают мировому уровню. Единственная доступная в данном классе технология CoreFow принадлежит компании Schlumberger. Исследования будут выполнены для одиночных капилляров, 2D и 3D сетей капилляров, являющихся моделями кернов. Для изготовления капилляров будет использовано современное оборудование (например, двухфотонный 3D полимерный принтер), позволяющее создавать в объеме образца каналы произвольной конфигурации в широком диапазоне размеров от 500 мкм до 100 нм и меньше. Впервые будет разработан автоматизированный экспериментальный стенд, позволяющий измерять параметры течения в 1 - 3D пористых средах, включая зависимости расхода фаз жидкой среды от перепада давления, углы смачивания, скорости движения менисков смачивания. Полученные результаты будут использованы для верификации математических моделей вытеснения нефти, тестирования численных методов и алгоритмов расчета.</p>
7	<p>Технологии интеллектуального управления киберустойчивостью передовых цифровых технологий.</p>	<p>Планируются научные исследования относительно методов оценки устойчивости функционирования на основе оценки самоподобия с использованием фрактальных методов (по метрикам Херста, Гельдера, мультифрактального спектра Лежандра). В отличие от известных методов, фрактальные методы наиболее соответствуют решаемой задаче, поскольку самоподобие как свойство масштабной инвариантности означает самоподобие ключевых процессов, необходимых для реализации целевой функции системы. Таким образом, впервые предлагается использовать фрактальный метод к оценке самоподобия параметров кибербезопасности.</p>
8	<p>Технологии цифрового моделирования и прогнозирования в медико-биологических системах.</p>	<p>Будет разработана платформа, нацеленная на формирование широкой исследовательской сети для получения надежных, высококачественных оценок эффективности гриппозных вакцин, используемых в ЕС. Ожидается, что данные, полученные в рамках консорциума ИЦМУ «Передовые цифровые технологии», улучшат понимание особенностей формирования защитного эффекта вакцинации в различных группах населения, приведут к повышению мониторинга эффективности вакцин со стороны институтов общественного здравоохранения, а также позволят производителям выполнять новые требования Европейского агентства по лекарственным средствам (EMA) по ежегодному представлению данных по эпидемиологической эффективности вакцин. Система DRIVE, отвечающая мировому уровню, выбрана как референтная.</p>

Планируемые научные исследования центра (2/3) по направлениям «искусственный интеллект» и «роботизированные системы»

№	Ключевые результаты научных исследований и разработок по направлению «искусственный интеллект»:	Научная новизна и мировой уровень
1	<p>Системы гетерогенных экстремально параллельных вычислений и технологии машинного обучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> распределенные реконфигурируемая гетерогенная вычислительная платформа для решения задач машинного обучения и моделирования когнитивных операций в сложных киберфизических системах. интеллектуальная система управления суперкомпьютерными кластерными системами экзафлопного уровня производительности с адаптивными средствами обеспечения гарантированного уровня информационной безопасности. экзоинтеллектуальных аппаратно-программных компонент для персонализированных компьютерных медицинских систем и мобильных диагностических комплексов интеллектуальных технологий управления производственными процессами на основе гетерогенных цифровых и активных топологических электронных компонент высокопроизводительных распределенных когнитивных систем промышленного уровня сложности. 	<p>Мировые тренды развития компьютерных технологий определяются рядом приоритетов, прежде всего, созданием гетерогенных вычислительных платформ сверхвысокого диапазона производительности, развитием когнитивных технологий, использованием суперкомпьютерных систем в виртуальных производственных инфраструктурах, обеспечением энерго-вычислительной эффективности решения различного класса научно-инженерных задач за счет динамической реконфигурации аппаратно-программных компонент и применения методов машинного обучения.</p>
№	Ключевые результаты научных исследований и разработок по направлению «роботизированные системы»:	Научная новизна и мировой уровень
1	<p>Цифровые решения и устройства для сетей 5G и промышленного интернета вещей, нацеленные на развитие перспектив реализации устройства интеллектуальной обработки динамических изображений, в том числе применительно к измерению деформаций при формировании горячей трещины в металлических конструкциях</p>	<p>В ходе работ будут получены результаты совместной адаптации фотоприемных матриц телевизионных систем селекции объектов и вычислителя, реализуемого на основе сверточных нейрноподобных сетей семейства YOLO, для обработки. В результате исследований открывается возможность ближнесрочной перспективы реализации устройства интеллектуальной обработки динамических изображений, в том числе применительно к измерению деформаций при формировании горячей трещины в металлических конструкциях. Результаты соответствуют международному уровню, выполняются совместно с группой исследователей из TU Berlin.</p>
2	<p>Системы и компоненты робототехники. По итогам реализации научных исследований будут разработаны универсальный захват, программный код интеллектуальной оптической системы мониторинга температуры материала в процессе сварки/наплавки и выращивания, система машинного зрения, принципиальная электрическая схема дугового источника питания для роботизированной системы электродугового выращивания, модели несущих элементов робота.</p>	<p>В соответствии с мировыми трендами перехода на новый технологический уклад (Индустрия 4.0) для гетерогенных производственных систем, включающих гибкие производственные ячейки, будет разработан комплекс платформенных решений, что предусматривает объединение интеллектуализации, сетевого взаимодействия и самоорганизации развивающихся систем</p>
3	<p>Технологии оптимального управления, обеспечения защиты и безопасности киберфизических систем. В результате исследований будут получены модели неопределённости и возмущений, наблюдаемых при работе киберфизических систем, включая модели кибератак и отказа основных элементов систем, и их идентификации, а также систем обеспечения кибер- и иной безопасности и отказоустойчивого управления в киберфизических системах в режиме реального времени, функционирующих в условиях неопределённости, с учётом нелинейностей и случайных экзогенных возмущений.</p>	<p>Исследования включают разработку и внедрение методов и средств обеспечения оптимального управления, отказоустойчивости, наблюдения параметров, взаимодействия с человеком в мультиагентных системах, системах промышленной и мобильной робототехники с разработкой технологических решений мирового уровня.</p> <p>В результате исследований будут получены модели неопределённости и возмущений, наблюдаемых при работе киберфизических систем, включая модели кибератак и отказа основных элементов систем, и их идентификации, а также систем обеспечения кибер- и иной безопасности и отказоустойчивого управления в киберфизических системах в режиме реального времени, функционирующих в условиях неопределённости, с учётом нелинейностей и случайных экзогенных возмущений.</p> <p>В частности, будут предложены методы и средства робастного и отказоустойчивого управления большими системами с децентрализованным управлением и системами промышленной и мобильной робототехники.</p>

Планируемые научные исследования центра (3/3) «Передовые цифровые технологии: «материалы нового поколения и аддитивные технологии»

№	Ключевые результаты научных исследований и разработок по направлению:	Научная новизна и мировой уровень
1	Проектирование, моделирование, синтез и аддитивное производство новых материалов и конструкций с повышенными эксплуатационными характеристикам	Внедрение данных технологий позволит добиться уменьшения количества деталей в агрегатах, тем самым снизив массу и повысив технические характеристики узлов авиационной, космической и других отраслей. Ожидаемые в ближнесрочной перспективе результаты разработок металломатричных композиционных материалов увеличение твердости и стойкости к износу не менее чем на 15%, увеличение удельной прочности не менее чем на 10%, снижение веса конструкций на 15%.
2	Высокопрочные конструкционные и функциональные композиты с графеном и матрицей на основе алюминиевых и медных сплавов.	Результатом проведения исследований станет создание высокопрочных конструкционных и функциональных композитов с графеном и матрицей на основе алюминиевых и медных сплавов. Соответствие передовому мировому уровню определяется уникальным сочетанием высокой прочности (повышение прочности, связанное с добавками графена, должно составлять не менее 30%) с высокой электро- и теплопроводностью разрабатываемых новых композиционных материалов. Планируемый результат предусматривает возможность технологической реализации в ближнесрочной перспективе.
3	Промышленно-ориентированные высокоточные аддитивные и высокопроизводительные обрабатывающие лазерные технологии для изготовления изделий из широкого круга функциональных и конструкционных материалов (гиперэвтектические, особопрочные и жаропрочные сплавы, керамические и полимерно-композиционные материалы, биоматериалы).	На основании имеющегося задела в области мощных лазерных источников ИК диапазона в совокупности с полученным результатом 1, коллектив будет иметь возможность экспериментальной реализации широкого диапазона режимов воздействия лазерного излучения. При этом планируется добиться высокой пространственной локализации за счет возможности фокусировки излучения до размера пятна, близкого к дифракционному пределу, определяемому качеством пучка излучения $M2 < 1,3$.
4	Сквозные технологии цифрового проектирования и создания изделий из многоуровневых композиционных материалов на основе термопластичных матриц, наполненных углеродными волокнами и наночастицами.	В области полимерных композиционных материалов наиболее перспективным, на сегодняшний день. Помимо существенного повышения эксплуатационных характеристик, применение ПКМ на основе термопластичных полимеров позволяет перейти к совершенно новым методам формирования изделия. Создание сквозной технологии позволит в кратчайшие сроки внедрить результаты исследований на предприятиях авиа, двигатели- и автомобилестроения.
5	Новые методы диагностирования и определения свойств материалов в аддитивных технологиях для определения и назначения срока службы элементов конструкций с учетом работы в экстремальных воздействиях (в качестве возможных объектов применения могут быть рассмотрены элементы термоядерного реактора ИТЕР)	Процессы аддитивного производства (АП) представляют собой широкий класс быстро развивающихся технологий, которые создают детали путем послыного селективного добавления материала, согласно разработанным цифровым моделям. Эти методы имеют много преимуществ по сравнению с традиционными методами производства, включая одностадийность процесса обработки сложных деталей и сокращение времени и затрат на производство.
6	Промышленные лазерные технологии , включающие в себя технологии лазерной обработки материалов (сварка, резка, наплавка, термообработка, маркировка и прослеживаемость) и технологии высокоточных лазерных измерений для реализации процессов цифровой трансформации производств и перехода к индустрии 4.0.	Основываясь на сложных и комплексных физических процессах при воздействии на материалы лазерного излучения высокой плотности и использовании сложного наукоемкого технологического оборудования, эти технологии позволяют достигать уникальных результатов по производительности, точности и степени автоматизации, однако их широкое промышленное применение требует проведения целого комплекса физических, материаловедческих и технологических исследований и разработок, создания инженерных моделей и цифровых двойников технологических процессов, что и планируется в составе предлагаемой работы.
7	Уникальное цифровое аддитивное технологическое оборудование для производства крупногабаритных заготовок , лазерной и лазерно-дуговой сварки для достижения лидирующих мировых позиций в области промышленных лазерных технологий, аддитивного производства крупногабаритных заготовок (2000 мм и более), включая технологические разработки (композиционные материалы, изделия с градиентными свойствами, гибридные технологии и т.д).	Выполнение запланированных исследований позволит занять лидирующие мировые позиции Центра в области промышленных лазерных технологий, аддитивного производства крупногабаритных заготовок (2000 мм и более), включая как технологические разработки (композиционные материалы, изделия с градиентными свойствами, гибридные технологии и т.д), так и в области создания уникального цифрового аддитивного технологического оборудования для производства крупногабаритных заготовок, лазерной и лазерно-дуговой сварки.