

## Итоги и перспективы деятельности Уральского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня «Передовые производственные технологии и материалы»

И.Л. Манжуров, К.Л. Антонов, А.А. Карпова

Обобщены результаты исследований и разработок, проводимых при поддержке Уральского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня «Передовые производственные технологии и материалы» за период с 2019 по 2024 годы. В рамках основных направлений были решены некоторые задачи в области аэрокосмических исследований, экологии городской среды и промышленности, новой энергетики, новых материалов и производственных технологий, в том числе за счет активизации кооперационных процессов, усиления межрегионального сотрудничества. Отмечен значительный вклад полученных результатов в решение актуальных для Российской Федерации и Уральского региона проблем импортозамещения, повышения технологичности промышленности, конкурентоспособности и качества продукции, оптимизации издержек, роста производства и автоматизации производственных процессов. Деятельность Центра способствует повышению образовательного потенциала всех вовлеченных организаций за счет подготовки кадров по специальным программам высшего и дополнительного профессионального образования.

**Ключевые слова:** научно-образовательный центр, импортозамещение, цифровизация, автоматизация, энергетика, новые материалы и технологии, городская среда, промышленная экология.

### Введение

Уральский межрегиональный научно-образовательный центр «Передовые производственные технологии и материалы» (далее – УМНОЦ) создан в 2019 году в рамках национального проекта «Наука и университеты» с целью объединения потенциалов образовательных и научных организаций, предприятий и компаний реального сектора экономики в проведении прикладных научных исследований и разработок мирового уровня. Он имеет проектные офисы на территории Свердловской, Челябинской и Курганской областей – регионов, которые исторически играют роль опорного узла для промышленного развития страны.

Центр призван внести вклад в обеспечение лидерства России в

области создания передовых производственных технологий и новых материалов для перспективных аэрокосмических комплексов и систем управления, развития инновационных транспортных систем, экологически чистой и ресурсосберегающей энергетики нового поколения, развития экологических технологий производства, индустрии утилизации и вторичного использования отходов. Кроме того, УМНОЦ создает условия для многостороннего образовательного процесса, обеспечивая коммуникации при подготовке будущих специалистов в образовательных учреждениях, сотрудников научных организаций и специалистов индустриальных партнеров. Обозначенные стратегические цели становятся особенно актуальными в свете современных вызовов, стоящих перед страной в целом и перед регионами присутствия УМНОЦ: ограничение доступа к важнейшим технологиям, утечка талантов и снижение качества человеческого капитала, разрыв в уровне социально-экономического развития отдельных территорий, недостаточный уровень коммерциализации технологических решений в экономике, экологическое состояние центров индустриального развития.



**МАНЖУРОВ**  
Игорь Леонидович  
Уральский  
федеральный университет  
им. первого Президента  
России Б.Н. Ельцина



**АНТОНОВ**  
Константин Леонидович  
Уральский  
федеральный университет  
им. первого Президента  
России Б.Н. Ельцина



**КАРПОВА**  
Алёна Александровна  
Уральский  
федеральный университет  
им. первого Президента  
России Б.Н. Ельцина

Деятельность УМНОЦ ведется по следующим тематическим направлениям:

- аэрокосмические исследования и разработки;
- экология городской среды и промышленности;
- новая энергетика;
- новые материалы;
- новые производственные технологии.

Направления деятельности УМНОЦ соответствуют приоритетам, обозначенным в пунктах 21а, 21б и 21е Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 года № 145). На текущий момент реализуется 57 проектов, из которых 10 составляют основной портфель проектов. К основным относятся проекты по базовым сквозным технологиям в области тематических (отраслевых) приоритетов Центра. В данной статье приводится краткий обзор результатов основных проектов по каждому тематическому направлению за пять лет работы УМНОЦ.

### **Результаты основных проектов, выполненных при поддержке УМНОЦ**

#### ***Аэрокосмические исследования и разработки***

Важнейшими современными вызовами в аэрокосмической отрасли являются снижение стоимости космических запусков и оптимизация массо-габаритных характеристик летательных аппаратов. Частые и сравнительно недорогие запуски полностью возвращаемых одноступенчатых ракет-носителей обеспечат достижение прямого экономического эффекта за счет удешевления процедуры запуска, а также позволят стимулировать внутренний рынок космических услуг и обеспечат развитие смежных отраслей науки техники. В этой связи в рамках сотрудничества между ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский институт)» (ЮУрГУ, г. Челябинск), АО «НИИМаш» (Нижняя Салда, Свердловская область), АО «ГРЦ Макеева» (Миасс, Челябинская область) при поддержке ГК Роскосмос, УМНОЦ, Губернатора и Правительства Челябинской области ведутся исследования, разработка и создание демонстраторов одноступенчатой многоразовой ракеты-носителя вертикального взлета и посадки [1]. В настоящий момент проведены расчетно-теоретические исследования, эскизное проектирование, изготовление и исследовательские испытания, запуски демонстратора системы управления, демонстраторов двигательной установки с охлаждаемым центральным телом, работающих на различных топливных парах (спирт-кислород, водород-кислород [2]), изготовление и испытания макета стенки бака для криогенных компонентов топлива. Использование кислородно-водородной смеси в качестве топлива даст возможность вывести ракету на верхний предел, в котором может работать пилотируемая орбитальная станция (до 500 км).

#### ***Экология городской среды и промышленности***

Для улучшения качества жизни и минимизации воздействия на окружающую среду большое внимание уделяется развитию современного экологичного транспорта. С целью повышения технологичности, надежности, ремонтпригодности и инновационности выпускаемых продуктов холдинг АО «Синара – Транспортные машины» (АО «СТМ») проводит мониторинг новых технологий, которые разрабатываются с привлечением грантов УМНОЦ. В АО «СТМ» были проведены работы по 1D моделированию системы управления высокоскоростного локомотива, разработаны методики и программное обеспечение для управления требованиями, созданы накопители энергии для городского транспорта. В 2024 году реализуются подпроекты по технологии сварки трением с перемешиванием при проектировании кузовных конструкции из алюминиевых панелей и разработке материала резины эластичной муфты для дизель-генератора нового поколения. На текущем этапе результаты проекта представлены новыми моделями скоростных пассажирских поездов и новых грузовых электровозов для ОАО «РЖД», моделями троллейбуса с накопителем для городских и региональных администраций.

Для регионов Арктической зоны Российской Федерации разрабатываются виды транспорта, позволяющие перевозить пассажиров по временным дорогам и зимникам при экстремальных температурах до  $-50^{\circ}$ . Вахтовые автобусы бессильны перед снежными заносами, а колесные и гусеничные вездеходы не обеспечивают необходимую пассажировместимость. В коллаборации ЮУрГУ и АО «Автомобильный завод «Урал» реализуется проект по созданию высокотехнологичного производства унифицированного семейства транспортных средств «Арктический автобус» (рис. 1). Автобус характеризуется цельным кузовом и рессорной

подвеской, внутри него возможно полное автономное жизнеобеспечение в течение суток [3]. Благодаря широкопрофильным шинам низкого давления обеспечивается низкое удельное давление на опорную поверхность, что способствует надежной эксплуатации в болотистой местности. Запуск серийного производства арктического автобуса и автопоезда запланирован на 2025 год.

Еще одним примером повышения надежности и ресурса транспортных средств, предназначенных для экстремальных климатических условий Арктики, является проект снегоболотохода «Бурлак», который реализует ООО «Вездеходы «Бурлак» при научном партнерстве Института машиноведения УрО РАН (ИМАШ УрО РАН) и Курганского государственного университета (КГУ). В 2023 году были проведены работы по снижению динамической и виброакустической нагруженности энергосиловых блоков машины методом совершенствования модальных свойств. Выполнен комплекс стационарных и ходовых испытаний, установлены особенности и уровень динамической нагруженности энергосилового блока. В 2024 году работы продолжены в направлении расчетного и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния каркасов шасси и грузового прицепа снегоболотохода «Бурлак». В результате выпущены технические решения на изготовление некоторых модификаций этих элементов.

В Российской Федерации в рамках национального проекта «Экология» решаются, среди прочего, проблемы переработки и утилизации бытовых и промышленных отходов. Ежегодно в стране образуется 70 млн т отходов, из них утилизируется менее 5 млн т, остальное захоранивается. В этой связи актуальность приобретают технологии и оборудование для сортировки и комплексной переработки отходов и извлечения из них вторичных материальных ресурсов. Такие работы проводятся ООО «Аксалит Софт» при поддержке УМНОЦ. Проекты охватывают



Рис. 1. Пример транспортного средства «Арктический автобус».



Рис. 2. Внешний вид сепаратора WINGSBEE, установленного на технологической линии мусоросортировочного комплекса.

полный цикл разработки первых отечественных оптических сепараторов и их внедрение на производственные площадки по сортировке и переработке бытовых отходов, а также сырья и отходов горнодобывающей промышленности. На данный момент созданные сепараторы WINGSBEE и XRT позволили автоматизировать технологические линии на пяти мусоросортировочных комплексах в России и Белоруссии и на трех горнодобывающих комбинатах (рис. 2).

### Новая энергетика

Исследования, поддерживаемые УМНОЦ по данному направлению, касаются преимущественно перспективных технологий для атомной промышленности в интересах ГК «Росатом» и ее дочерних организаций. Так, для реализации замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) на базе реакторов на быстрых нейтронах в рамках проектного направления «Прорыв» под научным руководством Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН (ИВТЭ УрО РАН) разрабатываются оборудование и технологии пиро-



химической переработки облученного ядерного топлива (ОЯТ) с использованием расплавов солей. Пирохимические операции позволяют перерабатывать ОЯТ с минимальной выдержкой (менее 1 года) и высоким выгоранием [4]. Основным акцентом проекта была реализация сквозной проверки технологической схемы с использованием U-МЯТ (урановое модельное ядерное топливо) и подтверждение коэффициента очистки делящихся материалов от продуктов деления ( $K_{оч} > 1000$ ) на всех стадиях пирохимической переработки [5–6]. В ИВТЭ УрО РАН отработаны режимы базовых операций схемы в лабораторных установках на UN (нитрид урана) и UN МЯТ с добавкой имитаторов продуктов деления, разрабатываются методики аналитического и технологического контроля. Технология имеет высокую степень готовности, что подтверждается успешными испытаниями масштабируемых макетов установок в производственных условиях АО «СХК» (г. Северск).

Известно, что при переработке ОЯТ остро стоит проблема минорных актинидов наиболее токсичных компонентов облученного топлива, влияющих на безопасность ЗЯТЦ в целом. Решение видится в их трансмутации (дожигании) в специальных энергоустановках, наиболее перспективными из которых считаются жидкосолевые реакторы (ЖСР) [7–8]. Проект исследовательского ЖСР в России реализуется на ФГУП «ГХК» (Красноярский край). В разработке технологий и материалов для создания ЖСР участвуют и научные организации УМНОЦ. В ИВТЭ УрО РАН создана экспериментальная установка с теплоносителем FLiBe для изучения теплообмена и проверки технологических решений реакторной установки ЖСР. Исследован теплообмен при течении теплоносителя FLiBe в горизонтальной круглой прямой трубе. Созданы рабочие участки для испытаний макетов уровнемера и сигнализатора протечки расплава в составе экспериментальной установки изучения теплообмена. Уральский федеральный университет (УрФУ) принимает участие в создании конструкционных материалов различных классов (металлических, углеродных/керамических/композиционных) для эксплуатации в контакте с топливными солями в различных узлах и аппаратах ЖСР, интегрированного с модулем переработки ОЯТ. Проведены испытания кандидатных сплавов на основе молибдена и никеля, а также материалов из горячепрессованного карбида кремния с пониженным содержанием кислорода. Показана высокая коррозионная стойкость этих материалов в расплаве соли на основе LiNaK/F, разработаны технические условия на партии листового проката для никелевого и молибденового сплавов.

Одной из важных задач для нужд энергетики является разработка постоянных магнитов, которые могут применяться в электродвигателях и электрогенераторах. С целью придания функциональных свойств магнитотвердым материалам в процессе аддитивного производства или в результате постобработки предложен проект УрФУ «Исследование возможности получения высокоэнергоемких постоянных магнитов методом селективного лазерного спекания». На текущий момент разра-

ботана лабораторная технология аддитивного производства постоянных магнитов с максимальным энергетическим производением 21.7 МГсЭ, что на настоящий момент является абсолютным мировым рекордом при комнатной температуре для постоянных магнитов.

Для повышения надежности и энергетической эффективности силовых электродвигателей, применяемых в различных областях промышленности, могут использоваться наработки специалистов ООО НТЦ «Приводная техника» и ЮУрГУ по многоуровневому преобразователям частоты и системы управления комплектными транзисторными преобразователями широкой номенклатуры (от 500–2500 кВт) [9]. Эти устройства предназначены для питания электродвигателей рабочих механизмов прокатных станов, насосных блоков и приводов лебедок, тяговых механизмов, автотранспортных средств с КПД до 98%. Уровень импортозамещения оценивается исполнителями в 50%. Планируемый срок выхода продукта на рынок 2025 год.

В связи с запросом крупных промышленных предприятий на повышение безопасности и автоматизацию локальных энергосистем, в частности, систем группового управления генерирующими агрегатами малой мощности на основе разных источников энергии (углеводородное топливо, возобновляемые источники и накопители энергии), в УрФУ совместно с промышленным партнером ООО «Прософт-Системы» ведутся активные работы по проекту «Цифровые системы управления электроэнергетической системой». Потребность предприятий актуальна в связи с недоступностью зарубежных разработок и отсутствием прямых российских аналогов. В 2024 году будет завершен этап по разработке программной части промышленного контроллера с набором функций управления генерирующими агрегатами для оптимизации распределения мощностей, а также основной программной оболочки Generation Management System. Про-

граммная часть в готовом виде пригодна для применения в аппаратной части производства промышленного партнера. Упомянутая коллаборация продолжается в рамках другого подпроекта, направленного на совершенствование технологий релейной защиты и автоматизации энергосистем, а также на разработку программной системы динамического распределения нагрузки между электростанциями. Готовый продукт будет способствовать существенному снижению затрат на выработку электроэнергии, повышению надежности и эффективности энергообеспечения промышленных предприятий с собственными электростанциями.

### **Новые материалы**

Для улучшения качества жизни ортопедических пациентов после остеointegrации за счет обеспечения подвижности по сравнению с применением традиционных методов восстановления функций конечности Национальным медицинским исследовательским центром травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова (НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова) при поддержке УМНОЦ ведется разработка новых имплантатов типа Press-Fit, обеспечивающих образование и активацию частиц костного матрикса, для повышения приживаемости и надежности протезирования. В последние десятилетия развитие дизайна имплантатов для решения задач протезирования в основном происходит вокруг двух типов конструкций: резьбовых и конструкций типа Press-Fit. Все большую популярность приобретает ряд других видов имплантатов, основанных на конструкции с Press-Fit посадкой, сравнимой с имплантатами, используемыми для реконструкции суставов. Улучшение выживаемости и надежности протезирования является основной задачей исследования.

В 2024 году в рамках доклинического исследования по экспериментальной апробации были прооперированы три кролика с ампутацией задней конечности и установкой

резьбовых имплантатов, изготовленных из порошка, содержащего Ti, Nb, Cr, и две собаки с установкой имплантатов типа Press-Fit, изготовленных селективным лазерным сплавлением из порошка Ti6Al4V с гидроксипатитным напылением. Проводится клиническое наблюдение за животными в период эксперимента и оценка микробиологического профиля зоны имплантации. В последующем будет проведена сравнительная оценка остеointegrации чрескожных имплантатов, изготовленных разными способами.

В настоящее время в России отмечается дефицит редких металлов высокой чистоты для изготовления компонентов микроэлектроники. Внутренний спрос на них за счет импорта в условиях санкций может быть удовлетворен лишь частично. С целью импортозамещения Техническим университетом УГМК и АО «Уралэлектромедь» разрабатываются технологии получения селена, теллура, сурьмы и висмута высокой чистоты. Технологии получения слитков селена (не менее 99.999%) и теллура (не менее 99.9995%) разработаны и внедрены в опытно-промышленном масштабе на уникальных установках вакуумной дистилляции и зонной плавки. Это позволило приступить к изучению рынка их потребления, в том числе устанавливать новые производственные связи с потенциальными потребителями и предоставлять опытные образцы металлов для пробной переработки. Исследования по сурьме и висмуту высокой чистоты продолжаются. Во-первых, разработана технология получения сурьмы не менее 99.9% с применением мембранного электролиза, огневого и электролитического рафинирования. Во-вторых, совместно с ИВТЭ УрО РАН разрабатывается технология переработки висмутистого свинца методом электролиза в расплаве солей с получением висмута технической чистоты [10]. Дальнейшая перечистка сурьмы и висмута планируется с применением методов ректификации и зонной плавки. Ведутся проработки возможности изготовления из получаемых высокочистых редких металлов компонентов для микроэлектронной техники.

### **Новые производственные технологии**

Как отмечалось выше, в последние годы российские компании в ответ на современные вызовы и тенденции активно внедряют цифровые решения, высокоточные системы и автоматизацию процессов в различных отраслях экономики. Одним из значимых проектов УМНОЦ по созданию нового высокотехнологичного оборудования является разработка автоматических наружных дефибрилляторов со встроенной автоматической системой диагностики состояния человека (рис. 3). В работе принимали участие ученые и инженеры из УрФУ. Проект стал важным шагом на пути к цифровизации медицины, обеспечивая более качественное и доступное медицинское обслуживание. Предприятие-партнер – Уральский оптико-механический завод (АО «ПО УОМЗ») – на протяжении уже нескольких лет является одним из основных поставщиков данного оборудования на рынок страны.



Рис. 3. Автоматический наружный дефибриллятор со встроенной системой диагностики состояния человека.

Кроме того, на АО «ПО УОМЗ» при поддержке Свердловской области и УМНОЦ была проведена модернизация и внедрение в промышленное производство линейки неонатальных медицинских изделий «Вопо», позволяющих снизить уровень инвалидизации пациентов в процессе выполнения неонатальных терапий. К ним относятся открытая реанимационная система ОРС- Вопо, инфракрасный обогреватель Лучистое Тепло- Вопо и пульсоксиметр. В разработанном оборудовании существенно снижена доля материалов и комплектующих иностранного происхождения.

Важный проект, реализованный в кооперации УрФУ с АО «Научно-производственное объединение автоматики им. академика Н.А. Семихатова» – разработка высокочастотного радара, предназначенного для использования в составе интеллектуальных систем помощи водителю, систем автоматического управления беспилотных транспортных систем и систем интеллектуального земледелия. В результате были созданы опытные образцы радаров с частотой работы 77 ГГц и рабочей дистанцией до 250 м и 40 м, проведено их испытание в полевых условиях. На последующем этапе разработка высокочастотного радара позволила создать систему ассистирования водителя и поддержать тенденции к автономизации транспортных решений.

Разработка новых технологий в промышленности также ориентирована на решение проблем импортозамещения, на повышение эффективности существующих технологических процессов и экологичности производства. Так, в рамках УМНОЦ выполнены работы по созданию Центра исследования шихтовых материалов доменного производства АО «ЕВРАЗ НТМК». Экспертная система, ранее внедренная на предприятии для управления технологическим процессом выплавки чугуна, не позволяла в полной мере и своевременно отслеживать информацию о качественных характеристиках поступающих шихтовых материалов и топлива, что допускало отдельную нестабильность качества чугуна и перерасход топлива [11]. Создание Центра, разработанного с участием ученых УрФУ, позволило наполнить экспертную систему данными о химическом

и фазовом составе, физико-механических и металлургических свойствах используемого сырья и побочных продуктов производства, на регулярной основе апробировать металлодобавки из побочных продуктов производства. Эта оперативная информация позволила существенно увеличить производство чугуна и снизить расход природного газа. Работы специалистов УрФУ и АО «ЕВРАЗ НТМК» в рамках новых проектов УМНОЦ, в том числе по доменному производству, активно продолжаются.

Современный этап развития металлургической отрасли предполагает использование машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), уязвимым узлом которых является кристаллизатор вследствие его непосредственного контакта с жидкой сталью. Проблема решается путем формирования разных типов покрытий стенок кристаллизатора, стойких к абразивному и коррозионному изнашиванию (керамических, металлокерамических, покрытий из сплавов и т. д.). Специалистами АО «НПП «Машпром», Института физики металлов УрО РАН (ИФМ УрО РАН), УрФУ и ряда металлургических предприятий разработана и практически реализована инновационная технология восстановительного ремонта и производства новых стенок кристаллизаторов МНЛЗ с износостойкими композиционными покрытиями, до 20 раз превышающих ресурс импортных аналогов с гальваническими покрытиями [12]. Применение этой технологии способствовало увеличению доли отечественных слябовых кристаллизаторов на ведущих российских металлургических комбинатах (АО «ЕВРАЗ НТМК», ПАО «Северсталь», ПАО «ММК», ПАО «НЛМК» и других) с 3 до 60% за последние 10 лет. Однако нерешенной оставалась задача восстановления медных стенок (плит) кристаллизаторов после их критического износа (достижения минимально допустимой толщины). В рамках проекта УМНОЦ разработана роботизированная технология восстановления стенок до первоначальной толщины



прогрессивным экологичным методом сварки трением с перемешиванием, с последующим нанесением износостойких композиционных покрытий [13]. Технология открывает перспективы практически неограниченного цикла эксплуатации кристаллизаторов и исключения потребности России в их импорте.

Еще один интересный проект по повышению энергоэффективности производства реализован исследователями УрФУ на ПАО «Каменск-Уральский металлургический завод». Было разработано и внедрено индукционное оборудование подогрева для прокатных и прессовых комплексов с целью повышения объемов и качества выпускаемых штамповок из алюминия и его сплавов [14]. Существовавшая ранее технология характеризовалась высокой трудоемкостью процесса из-за необходимости постоянной смены остывшего в процессе штамповки штампового инструмента на «дублер», который параллельно нагревался в электрической печи сопротивления в момент штамповки. Разработанная технология индукционного нагрева штамповой оснастки пресса 50 МН позволила реализовать подогрев при заданных температурах, не требующий затрат времени на смену штамповых инструментов при их остывании, что исключило вынужденный простой пресса. В целом это привело к снижению расхода электроэнергии на подогрев штампового инструмента до 15,8 раз. Технология может быть успешно реализована на других предприятиях отрасли.

Для повышения эффективности металлургического производства в Магнитогорском государственном техническом университете им. Г.И. Носова были разработаны технические решения по совершенствованию процесса производства холоднодеформированных профилей простой и фасонной формы из традиционных и перспективных марок стали. Актуальность проекта обоснована необходимостью освоения экологически безопасных технологий

производства холоднодеформированных профилей для импортозамещения в процессе заготовительного производства железнодорожной и машиностроительной отраслей. Технология используется в производстве высокопрочных профилей для армирования железобетонных шпал высокоскоростных железных дорог. Внедрение технологии на ОАО «ММК-МЕТИЗ» для обработки профилей круглой и шестигранной формы из углеродистых и микролегированных марок стали позволило увеличить производительность комбинированных линий поточной обработки EJP CDS 300/80 и DB 800/40 [15–16]. Основными потребителями продукции могут быть ОАО «АВТОВАЗ» (г. Тольятти), ПАО «КАМАЗ» (г. Набережные Челны), АО «БелЗАН» (г. Белебей), АО «БЭТ» (г. Москва) и другие.

Для обеспечения технологической независимости отраслей экономики и импортозамещения путем снижения экономических затрат для организаций, осуществляющих строительные работы в тоннелях и шахтах, ЮУрГУ совместно с ООО ПК «ТЭК-Спецмаш» наладили серийное производство породных вагонов с пневматической тормозной системой и автоматической сцепкой для перевозки горной породы и отходов на добывающих предприятиях и в проходческих комплексах [17–18]. Основными потребителями являются компании, выполняющие государственные контракты по строительству тоннелей и метро.

Еще одной потребностью промышленности, а также предприятий авиа-, ракето-, судо-, двигателестроения и др., являются системы гидравлических приводов. В связи с этим в ЮУрГУ совместно с ООО «Уральский инжиниринговый центр» ведется разработка и создание производства следящих гидроприводов с гидростатическими направляющими, которые по своим характеристикам не уступают зарубежным аналогам. Создаваемый агрегат работает в частотном диапазоне 100–300 Гц и рассчитан на большие усилия, что делает его уникальным на российском рынке, поскольку аналоги обеспечивают диапазон до 100 Гц (гидроприводы) с большими нагрузками и свыше 300 Гц (электродинамики) с малыми нагрузками [19]. Агрегат также может быть использован производителями стендового оборудования для проведения эксплуатационных, ресурсных и других испытаний продукции перечисленных выше отраслей.

### Перспективы развития деятельности УМНОЦ

Анализ основных итогов деятельности УМНОЦ в период с 2019 по 2024 годы показал, что большая часть проектов направлена на решение проблем импортозамещения и обеспечения технологического суверенитета России. К ним можно отнести разработки следующих организаций: УрФУ, ЮУрГУ, КГУ, Технический университет УГМК, ИВТЭ УрО РАН, ИФМ УрО РАН, ИМАШ УрО РАН, АО «Наука и инновации» (ГК Росатом), АО «Синара-Транспортные машины», АО «ПО УОМЗ», ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод», АО «ЕВРАЗ НТМК», АО «НПП «Машпром»,

АО «АЗ Урал», ООО ПК «ТЭК-Спецмаш», ООО «Уральский инжиниринговый центр» и другие. Часть проектов в качестве приоритетной цели имели повышение экономического и экологического эффекта; повышение надежности и энергетической эффективности; повышение безопасности; цифровизацию и автоматизацию производства; внедрение сортировки, переработки и утилизации бытовых и промышленных отходов; улучшение качества жизни. Такие проекты как «Перспективные технологии для атомной промышленности», «Демонстраторы двигательной установки ракетно-космического комплекса» и «Реконструктивная хирургия и экспресс имплантация» можно считать прорывными, поскольку в них предлагались базовые сквозные технологии, используемые в разных отраслях экономической деятельности не только Уральского региона, но и всей страны.

Учитывая, что УМНОЦ фактически за 4 года прошел этап становления, а создание инновационных продуктов и внедрение современных технологий является сложным и длительным процессом, деятельность Центра будет продолжена по обозначенным выше тематическим направлениям. К настоящему моменту дополнительно сформировано и реализуются более 30 новых технологических проектов, в том числе проекты, связанные с внедрением в производственные процессы методов искусственного интеллекта и разработкой беспилотных авиационных систем. При поддержке Центра технологические проекты предприятий получают ускоренное развитие.

Следует отметить, что в УМНОЦ совместно с руководством Уральского федерального округа разработана и одобрена Наблюдательным советом стратегия организации работы с технологическими проектами. На поддержку таких проектов из гранта УМНОЦ ежегодно выделяется не менее 80% средств. Проекты сопровождаются от этапа поддержки НИР на стадии перспективных проектов, выполняемых в соответствии техническим заданием от предприятий (так называемые «посевные инвестиции») с суммой гранта УМНОЦ до 5 млн рублей, до их перехода в технологические проекты предприятий с дальнейшей поддержкой от регионов. Примером такой поддержки является конкурс Правительства Свердловской области по возмещению предприятиям УМНОЦ понесенных затрат на НИОКР технологических проектов. Ежегодно решением губернатора на конкурсной основе выделяется 100 млн рублей (до 25 млн на один проект). Губернатор и Правительство Челябинской области также на конкурсной основе поддерживают предприятия в реализации проектов Центра.

Деятельность УМНОЦ создает условия для достижения научно-технологических результатов мирового уровня через расширение межрегиональной, межвузовской и научной кооперации на Урале, а также путем взаимной экспертной оценки всех участников процесса. Центр помогает решать проблему ускоренной подготовки высококвалифицированных кадров, причем дополнительное профессиональное образование организуется непосредственно с участием и по запросам промышленных партнеров. УМНОЦ также участ-

вует в подготовке кадров высшего образования: с 2023 года начато обучение в сетевой магистратуре УМНОЦ по подготовке руководителей технологических проектов, проводится экспертиза программ магистратуры представителями промышленных предприятий. Организации УМНОЦ отмечают положительный эффект от внедренных образовательных программ. В ближайшей перспективе эта работа будет продолжена.

## Заключение

Приведенные в статье результаты исследований и разработок в рамках проектов УМНОЦ вносят значительный вклад в развитие используемых в промышленности технологий, отвечая внутренним потребностям и мировым трендам. Они также имеют высокий образовательный потенциал, поскольку их реализация подразумевает тесное профессиональное взаимодействие и повышение квалификации всех участников проектов.

Деятельность УМНОЦ за 2022–2024 годы была высоко оценена экспертами Российского центра научной информации с присвоением первой лидерской категории среди всех Центров страны в соответствии с решением Совета научно-образовательных центров мирового уровня.

Более подробная информация о проектах, поддержанных УМНОЦ, университетах, научных организациях и промышленных партнерах размещена на сайте <https://умноц.рф> и визитных карточках проектов Челябинской области <https://www.susu.ru/ru/vizitnye-kartochki-proektov-chelyabinskoy-oblasti>.

Авторы выражают благодарность А.В. Германенко, В.В. Кружаеву, А.В. Голлаю, В.А. Овчинниковой, О.И. Ребрину, С.Ф. Сарапулову, С.Е. Кокину, О.Ю. Шешукову за активное участие в подготовке исходного материала, а также за ценные замечания и рекомендации, которые помогли значительно улучшить статью.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



## Литература

1. Д.А. Малых, Р.А. Пешков, Д.В. Куплевацкий, В.В. Варкентин  
Вестник Московского авиационного института, 2024, 31(1), 67.
2. M.S. Zharylkanova, Yu.M. Kovalev, E.E. Pigasov  
J. Comput. Eng. Math., 2023, 10(2), 63. DOI: 10.14529/jcem230206.
3. Г.О. Котиев, А.С. Дьяков, А.Ф. Дубровский, Р.А. Закиров, О.Р. Якупов, С.В. Алюков, О.П. Колосова  
Грузовик, 2023, 10, 3.  
DOI: 10.36652/1684-1298-2023-10-3-8.
4. Белая книга ядерной энергетики. Замкнутый ЯТЦ с быстрыми реакторами, под общей ред. Е.О. Адамова, Москва, АО «НИКИЭТ», 2020, 496 с.
5. Yu.P. Zaikov, V.Yu. Shishkin, A.M. Potapov, A.E. Dedyukhin, V.A. Kovrov, A.S. Kholkina, V.A. Volkovich, I.B. Polovov  
J. Phys.: Conf. Ser., 2020, 1475, 012027.  
DOI: 10.1088/1742-6596/1475/1/012027.
6. A.Y. Galashev, K.A. Abramova, A.S. Vorob'ev, O.R. Rakhmanova  
Electrochem. Mat. Techn., 2023, 2(3), 20232017.  
DOI: 10.15826/elmattech.2023.2.017.
7. А.М. Дегтярев, О.Е. Коляскин, А.А. Мясников, Л.И. Пономарев, Ф.И. Карманов, М.Б. Серегин, С.Ф. Сидоркин  
Атомная энергия, 2013, 114(4), 183. DOI: 10.1007/s10512-013-9701-3.
8. В.В. Игнатьев, О.С. Фейнберг, А.В. Загнитько, А.В. Мерзляков, А.И. Суренков, А.В. Панов, В.Г. Субботин, В.К. Афоничкин, В.А. Хохлов, М.В. Кормилицын  
Атомная энергия, 2012, 112(3), 136. DOI: 10.1007/s10512-012-9537-2.
9. Д.Ю. Хрюкин, Е.М. Тулегенов, К.Д. Семенова, В.А. Кушнарев, Д.А. Сычев  
Вестник Южно-Уральского государственного университета.  
Серия: Энергетика, 2022, 22(4), 5359. DOI: 10.14529/power220406.
10. П.А. Архипов, С.А. Краюхин, Ю.Р. Халимуллина, К.Л. Тимофеев, А.А. Королев, А.С. Холкина, Ю.П. Зайков  
Пат. РФ, 2748451, 2021.
11. Л.А. Смирнов, Д.А. Кошкарров, О.В. Заякин, К.В. Миронов, А.Г. Крашенинин, А.А. Форшев, Е.Г. Калимулина  
Металлург, 2023, 5, 84. DOI: 10.52351/00260827\_2023\_05\_84.
12. А.В. Макаров, Н.В. Лежнин, А.Б. Котельников, А.А. Воннерук, Ю.С. Коробов, А.И. Валиуллин, Е.Г. Волкова  
Известия ВУЗов. Цветная металлургия, 2023, 29(6), 66.  
DOI: 10.17073/0021-3438-2023-6-66-83.
13. А.В. Макаров, Н.В. Лежнин, А.Б. Котельников, А.А. Воннерук  
Пат. РФ, 2826836, 2024.
14. С.Ф. Саранулов, В.Э. Фризен, С.А. Бычков, Ф.Е. Тарасов, И.А. Смольянов, Е.Л. Швыдкий, Б.В. Овсянников, Э.И. Бурибаев, А.А. Калистратов  
Пат. РФ, 209376, 2022.
15. А.Г. Корчунов, Д.В. Константинов, Е.М. Медведева, В.К. Белов, Е.В. Губарев  
Заготовительные производства в машиностроении, 2021, 10, 464.  
DOI: 10.36652/1684-1107-2021-19-10-464-468.
16. Л.М. Тухветова, А.Ю. Столяров, А.Г. Корчунов, Е.М. Огнева, Д.В. Константинов  
Теория и технология металлургического производства, 2023, 1, 34.
17. Е.Г. Литвинова, Д.О. Антонов, П.А. Третьяков  
Пат. РФ, 226250, 2024.
18. А.В. Федоров, В.В. Варкентин, Р.А. Пешков  
Пат. РФ, 223861, 2024.
19. В.В. Бодров, Р.М. Багаутдинов, В.И. Телал, Д.В. Ардашев, С.А. Ганджа, И.А. Чуйдук, Д.В. Коробатов  
Пат. РФ, 221006, 2023.

## English

Igor L. Manzhurov

Ural Federal University named after the first President of Russia  
B.N. Yeltsin  
19 Mira street, Ekaterinburg, 620062, Russia  
i.l.manzhurov@urfu.ru

Alena A. Karpova

Ural Federal University named after the first President of Russia  
B.N. Yeltsin  
19 Mira street, Ekaterinburg, 620062, Russia  
e.a.karpova@urfu.ru

Konstantin L. Antonov

Ural Federal University named after the first President of Russia  
B.N. Yeltsin  
19 Mira street, Ekaterinburg, 620062, Russia  
antonov.k@gmail.com

## Results and Prospects of the Ural Interregional Scientific and Educational Center “Advanced Manufacturing Technologies and Materials” Activities

The article summarizes the results of research and development carried out with the support of the world-class Ural Interregional Scientific and Educational Center of “Advanced Manufacturing Technologies and Materials” for the period from 2019 to 2024. Within the framework of the main areas, some problems were solved in the field of aerospace research, urban environment and industry ecology, new energy, new materials and production technologies. This was achieved, among other things, by intensifying collaboration processes and strengthening of interregional cooperation. The results obtained make a significant contribution to solving the problems that

are relevant for the Russian Federation and the Ural region, viz. import substitution, increasing the technological efficiency of industry, competitiveness and quality of products, cost optimization, production growth and automation of production processes. The Center's activities enhance the educational potential of all involved organizations through the training of personnel under special programs of higher and professional education.

**Keywords:** scientific and educational center, import substitution, digitalization, automation, power engineering, new materials and technologies, urban environment, industrial ecology.

## Images



Fig. 1. Example of an Arctic Bus vehicle.



Fig. 2. Appearance of the WINGSBEE separator installed on the technological line of the waste sorting complex.



Fig. 3. Automatic external defibrillator with built-in human condition diagnostic system.

## References

1. D.A. Malykh, R.A. Peshkov, D.V. Kuplevatskii, V.V. Varkentin *Aerospace MAI Journal [Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta]*, 2024, **31**(1), 67. (in Russian).
2. M.S. Zharylkanova, Yu.M. Kovalev, E.E. Pigasov *J. Comp. Eng. Math.*, 2023, **10**(2), 63. DOI: 10.14529/jcem230206.
3. G.O. Kotiev, A.S. Dyakov, A.F. Dubrovsky, R.A. Zakirov, O.R. Yakupov, S.V. Alyukov, O.P. Kolosova *Truck [Gruzovik]*, 2023, **10**, 3. DOI: 10.36652/1684-1298-2023-10-3-8. (in Russian).
4. E.O. Adamov *White Book of Nuclear Energy. Closed Nuclear Fuel Cycle with Fast Reactors*, Moscow, NIKIET, 2020, 496 pp. (in Russian).
5. Yu.P. Zaikov, V.Yu. Shishkin, A.M. Potapov, A.E. Dedyukhin V.A. Kovrov, A.S. Kholkina, V.A. Volkovich, I.B. Polovov *J. Phys.: Conf. Ser.*, 2020, **1475**, 012027. DOI: 10.1088/1742-6596/1475/1/012027.
6. A.Y. Galashev, K.A. Abramova, A.S. Vorob'ev, O.R. Rakhmanova *Electrochem. Mat. Techn.*, 2023, **2**(3), 20232017. DOI: 10.15826/elmattech.2023.2.017.
7. A.M. Degtyarev, O.E. Kolyashkin, A.A. Myasnikov, L.I. Ponomarev, F.I. Karmanov, M.B. Seregin, S.F. Sidorkin *At. Energ.*, 2013, **114**(4), 225. DOI: 10.1007/s10512-013-9701-3.
8. V.V. Ignatiev, O.S. Feynberg, A.V. Zagnitko, A.V. Merzlyakov, A.I. Surenkov, A.V. Panov, V.G. Subbotin, V.K. Afonichkin, V.A. Khokhlov, M.V. Kormilitsyn *At. Energ.*, 2012, **112**(3), 157. DOI: 10.1007/s10512-012-9537-2.
9. D.Yu. Khryukin, E.M. Tulegenov, K.D. Semenova *Bulletin of South Ural State University. Series "Power Engineering" [Vestnik YuUrGU. Seriya "Energetika"]*, 2022, **22**(4), 5359. DOI: 10.14529/power220406. (in Russian).

10. P.A. Arkhipov, S.A. Krayukhin, Yu.R. Khalimullina, K.L. Timofeev, A.A. Korolev, A.S. Khokhlina, Yu.P. Zaikov  
*Pat. RU*, 2748451, 2021 (in Russian).
11. L.A. Smirnov, D.A. Koshkarov, O.V. Zayakin, K.V. Mironov, A.G. Krasheninina, A.A. Forshev, E.G. Kalimulina  
*Metallurgist*, 2023, 5, 84.  
DOI: 10.52351/00260827\_2023\_05\_84. (in Russian).
12. A.V. Makarov, N.V. Lezhnin, A.B. Kotelnikov, A.A. Vopneruk, Yu.S. Korobov, A.I. Valiullin, E.G. Volkova  
*Izvestiya. Non-Ferrous Metallurgy [Izvestiya VUZov. Tsvetnaya metallurgiya]*, 2023, 29(6), 66.  
DOI: 10.17073/0021-3438-2023-6-66-83. (in Russian).
13. A.V. Makarov, N.V. Lezhnin, A.B. Kotelnikov, A.A. Vopneruk  
*Pat. RU*, 2826836, 2024. (in Russian).
14. S.F. Sarapulov, V.E. Frizen, S.A. Bychkov, F.E. Tarasov, I.A. Smol'yanov, E.L. Shvydky, B.V. Ovsyannikov, E.I. Buribaev, A.A. Kalistratov  
*Pat. RU*, 209376, 2022. (in Russian).
15. A.G. Korchunov, D.V. Konstantinov, E.M. Medvedeva, V.K. Belov, E.V. Gubarev  
*Blanking productions in mechanical engineering [Zagotovitel'nye proizvodstva v mashinostroenii]*, 2021, 10, 464.  
DOI: 10.36652/1684-1107-2021-19-10-464-468. (in Russian).
16. L.M. Tukhvetova, A.YU. Stolyarov, A.G. Korchunov, E.M. Ogneva, D.V. Konstantinov  
*Theory and technology of metallurgical production [Teoriya i tekhnologiya metallurgicheskogo proizvodstva]*, 2023, 1, 34. (in Russian)
17. E.G. Litvinova, D.O. Antonov, P.A. Tretyakov  
*Pat. RU*, 226250, 2024 (in Russian).
18. A.V. Fedorov, V.V. Varkentin, R.A. Peshkov  
*Pat. RU*, 223861, 2024. (in Russian).
19. V.V. Bodrov, R.M. Bagautdinov, V.I. Telal  
*Pat. RU*, 221006, 2023. (in Russian).