

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

С. В. Смирнов



Программа развития
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института машиноведения Уральского отделения Российской академии наук
на 2019-2023 годы

г. Екатеринбург
2019

РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1		Информация о научной организации
1.1.	Полное наименование	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук
1.2.	Сокращенное наименование	ИМАШ УрО РАН
1.3.	Фактический (почтовый) адрес	Комсомольская ул., 34, г. Екатеринбург, 620049
2.	Существующие научно-организационные особенности организации	
2.1.	Профиль организации	«1. генерация знаний»
2.2.	Категория организации	Первая категория
2.3.	Основные научные направления деятельности	19. Производственные технологии и технологии машиностроения

РАЗДЕЛ 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

2.1. Цели программы развития

- Повышение эффективности проведения фундаментальных и прикладных исследований в соответствии с задачами национального проекта «Наука» и направлениями Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года в результате проведения инфраструктурных, кадровых преобразований, формирования современной материально-технической базы исследований и разработок Института, которые обеспечат повышение конкурентоспособности и закрепление статуса Института как ведущей научной организации I категории в референтной группе «Производственные технологии и технологии машиностроения» по профилю «Генерация знаний»;
- Переход на новый инновационный уровень выполнения прикладных работ на основе развития существующих фундаментальных компетенций и обновленной исследовательской инфраструктуры;
- Интеграционное взаимодействие с высшими учебными заведениями при выполнении междисциплинарных исследований, инновационных разработок и подготовки научных кадров.

2.2. Задачи Программы развития

- Обеспечение эффективности междисциплинарных исследований по разработке научных основ диагностики и ресурса материалов и конструкций, прогнозирования и управления их состоянием в течение всего жизненного цикла изделий от изготовления до решения о выводе из эксплуатации, создание на этой основе новых эффективных технологий обработки конструкционных материалов, элементов конструкций и машин, систем их управления;
- Развитие ряда критически важных технологий, включая технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, технологии создания электронной компонентной базы, получения и обработки новых материалов для промышленных и энергетических применений;
- Подготовка высококвалифицированных научных кадров на основе интеграции учебного процесса с передовыми научными исследованиями;
- Развитие инновационной деятельности в части выполнения и доведения до промышленной реализации результатов поисковых и опытно-конструкторских

работ, выполняемых в рамках коммерческих договоров и договоров о партнерстве с передовыми промышленными предприятиями; расширение перечня и качества научно-технологических услуг, оказываемых предприятиям малого и среднего бизнеса, путем согласованных коопераций создания и мелкосерийного выпуска инновационной продукции, разработанной на основе результатов интеллектуальной деятельности.

2.3. Оценка рисков выполнения Программы развития

С позиций современных представлений о стратегическом планировании деятельности организации необходимым элементом разработки Программы развития организации является анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз развития – SWOT-анализ. Формирование стратегических направлений развития базируется на учете как внутренних факторов развития (научно-технических, кадровых, материально-технических, финансовых и иных), так и внешних факторов, включающих политico-правовые, экономические, социальные и другие воздействия.

Результаты проведенного SWOT-анализа.

1. **К сильным сторонам Института** можно отнести следующее: наличие известных научных школ (академиков РАН Э.С. Горкунова, Н.А. Семихатова, чл.-корр. РАН В.Л. Колмогорова, профессора А.А. Благонравова); высокая квалификация научных кадров; высокий уровень проводимых фундаментальных исследований (Институт отнесен к 1 категории по профилю «Генерация знаний»); наличие хоть морально устаревшего, но работоспособного научного и технологического оборудования, хорошо подобранныго по номенклатуре и функционалу, которое обеспечивает текущие потребности в проведении научных исследований; рост числа и уровня научных публикаций; наличие научных заделов по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий; соответствие направлений прикладных исследований потребностям региона; наличие конкурентоспособных разработок, готовых к внедрению в производство, а также нарастающая активность интеграции с ВУЗами.

2. **Слабые стороны Института:** склонность к сохранению традиционных направлений, форм и методов исследований; старение научных работников, отсутствие сбалансированности возрастного состава; недостаточный уровень цитируемости публикаций по сравнению с зарубежными коллегами; низкая активность в реализации результатов создания объектов интеллектуальной деятельности в части продажи патентов и лицензий; недостаточная вовлеченность в инновационную деятельность в связи с ориентацией на традиционные промышленные производства, а также в междисциплинарные национальные и региональные программы; недостаточный уровень внедренческой деятельности; значительная доля устаревшего научного оборудования; недостаточная активность участия в международных проектах; недостаточность мер по привлечению и закреплению талантливой молодежи.

3. **Возможности успешного развития Института** связаны с реализацией своей основной функции, состоящей в проведении фундаментальных исследований в интересах общества и обеспечении технологической, ресурсной и экологической безопасности Российского государства и Уральского региона, в частности. Перспективы развития связаны прежде всего с увеличением объемов государственного финансирования фундаментальных исследований, в том числе конкурсного; усиливанием интеграции с ВУЗами в области осуществления совместных проектов и подготовки кадров; укреплением связей с предприятиями и отраслевыми научными организациями; повышением оплаты труда научных работников, решением проблем их социального обеспечения; созданием современной материально-технической базы исследований, центра коллективного пользования уникальным научным оборудованием и других

элементов инновационной инфраструктуры; увеличением роли трансфера технологий созданных объектов интеллектуальной собственности.

4. **Современные угрозы развитию Института** во многом связаны с носящими системный характер препятствиями развитию академической науки. Они связаны с запоздалой оценкой властными структурами значимости научно-технического и инновационного потенциала как ключевых ресурсов современного развития государства, неблагоприятным политico-экономическим положением России в условиях действия внешних санкций, незаинтересованностью бизнес-структур в долгосрочных инвестициях в отечественную экономику, снижением компетенций в управлеченческих структурах. Следствием этого является недостаточность мер государственной федеральной и региональной поддержки и стимулирования академической, научно-технической и инновационной деятельности; снижение престижности профессии научного работника, ограниченный приток молодых ученых; отставание от зарубежной науки по ряду направлений фундаментальных и прикладных исследований, а также их материально-техническому оснащению; моральный и физический износ оборудования механической мастерской и связанная с этим необходимость обновления станочного парка мастерской; недостаточная инновационная активность промышленных предприятий, слабая востребованность научных разработок производством; отсутствие эффективных механизмов доведения научных разработок до уровня их практического использования. Дополнительно следует отметить: зависимость от импортного испытательного и аналитического оборудования из-за отсутствия производства такового в стране; возрастающая бюрократизация и централизация системы управления наукой.

Институт территориально расположен на площадях, находящихся в оперативном управлении у ИФМ УрО РАН. Договор безвозмездного пользования между Институтом и ИФМ УрО РАН заканчивается в 2021 году. Полученное в оперативное управление Институтом здание по адресу: г. Екатеринбург, пер. Почтовый, д. 7, находится в состоянии капитального ремонта и не эксплуатируется. Капитальный ремонт осуществляется за счет целевых федеральных субсидий. Таким образом, возможность переезда в отремонтированное здание по окончанию срока действия договора безвозмездного пользования связана с достаточным федеральным финансированием по статье «капитальный ремонт» в 2020 году. Кроме того, переезд в новое здание сопряжен с дополнительными расходами за счет собственных средств Института.

РАЗДЕЛ 3. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА

3.1. Ключевые слова:

ресурс и диагностика материалов и конструкций, комплексные проблемы машиностроения, конструкционные и функциональные композитные материалы, механика деформируемого твердого тела, нелинейная вихревая гидродинамика, упрочняющие технологии и покрытия, системы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении, функционально-ориентированные процессоры, транспортные и тяговые машины, резонансные явления в трансмиссиях.

3.2. Аннотация научно-исследовательской программы

Область компетенций Института, в рамках которой сформулированы задачи Программы развития: проведение междисциплинарных исследований по разработке научных основ диагностики и ресурса материалов и конструкций, прогнозирования и управления их состоянием в течение всего жизненного цикла изделий от изготовления до решения о выводе из эксплуатации, создание на этой основе новых эффективных

технологий обработки конструкционных материалов, элементов конструкций и машин, систем их управления.

Основные научные направления исследований, на которых предполагается сконцентрироваться при выполнении Программы развития Института:

- Механика материалов и гидродинамика;
- Новые конструкционные материалы и технологии их обработки;
- Ресурс и диагностика материалов и конструкций;
- Системы управления и информационно-управляющие системы;
- Механика и процессы управления транспортных и тяговых машин.

Средне- и долгосрочные планы научных исследований в рамках Программы развития Института разработаны в соответствии со следующими приоритетами, заявленными в Стратегии научно-технологического развития России до 2035 года (выделено жирным шрифтом):

1. **переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;**

2. **противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства;**

3. **связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем**, а также занятия и удержания лидерских позиций логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;

Выполнение программы научных исследований вкупе с обновлением приборной базы, реализацией комплекса мероприятий в области развития кадрового потенциала, системы научных коммуникаций и совершенствования системы управления позволит:

- разработать расчетно-экспериментальные методы прогнозирования прочности и поврежденности материалов с многоуровневой структурой при экстремальных параметрах нагружения с целью обеспечения безопасности технологической обработки и эксплуатации элементов конструкций;
- разработать математические модели, описывающие реологию, пластическую деформацию и характеристики сопротивления разрушению композиционных и конструкционных материалов;
- разработать новые алгоритмы для описания и моделирования противотечений, усилий колебаний в вертикально завихренных потоках несжимаемых и сжимаемых жидкостях, газах и смесях, находящихся в температурном, магнитном, электрическом, радиационном полях;
- создать методы обнаружения зон предразрушения в металлических композиционных материалах и элементах конструкций, эксплуатирующихся в экстремальных условиях, разработать неразрушающие физические методы диагностики текущего структурного состояния материала в этих зонах и построить основанные на подходах механики поврежденности модели оценки рисков разрушения энергонасыщенных технических объектов;
- разработать научные основы проектирования оптимальных технологий пластического формоизменения металлических и композиционных материалов с гарантированным уровнем сплошности и физико-механических свойств;
- осуществить научное обоснование и развитие новых методов регулирования нестационарного движения транспортных машин, стабилизации динамических и вибрационных процессов в сложных механических системах и многофункциональных механизмах, управления обменом кинетической энергии между составными частями при оптимизации топливной экономичности и других эксплуатационных характеристик.

3.3. Цель и задачи научно-исследовательской программы

Цель научно-исследовательской программы: разработка научных основ диагностики и ресурса материалов и конструкций для экстремальных условий эксплуатации, прогнозирования и управления их состоянием в течение всего жизненного цикла изделий от изготовления до решения о выводе из эксплуатации, создание на этой основе новых эффективных технологий обработки конструкционных материалов, элементов конструкций и машин, систем их управления; развитие ряда критически важных технологий, включая технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, технологии создания электронной компонентной базы, получения и обработки новых материалов для промышленных и энергетических применений.

Задачи научно-исследовательской программы:

- разработать высокопроизводительные алгоритмы и программы параллельного действия для решения связных нелинейных задач механики деформируемого твердого тела, с учетом воздействий физических полей, а также задач устойчивости неравновесных процессов;
- разработать новые алгоритмы аналитического и численного интегрирования уравнений Навье-Стокса для описания и моделирования противотечений, усилений колебаний в вертикально завихренных потоках несжимаемых и сжимаемых жидкостях, газах и смесях, находящихся в температурном, магнитном, электрическом, радиационном полях;
- разработать научные и технологические основы создания новых функциональных материалов и покрытий с иерархической структурой, предназначенных для эксплуатации в экстремальных условиях, базируясь на результатах междисциплинарных экспериментальных и теоретических исследований на разных структурных и масштабных уровнях процессов деформации, разрушения и реологии;
- разработать новые упрочняющие технологии фрикционных, лазерных, химико-термических, комбинированных воздействий, формирующих на поверхности металлических материалов функциональные слои с улучшенными механическими, трибологическими характеристиками и высоким качеством поверхности;
- разработать научные принципы регулирования и прогнозирования характеристик сопротивления разрушению и ресурса композитных и гибридных материалов различного состава, дисперсности и степени стабильности структуры при интенсивных эксплуатационных нагрузках;
- разработать научные основы диагностики и оценки ресурса материалов и конструкций для сквозного прогнозирования и управления их состоянием в течение всего жизненного цикла изделий от изготовления до решения о выводе из эксплуатации;
- разработать научные принципы построения интеллектуальных экспертных систем автоматизированного проектирования технологии пластического формоизменения в машиностроении на базе методов искусственного интеллекта и теории экспертных систем;
- развить теорию и осуществить практическую реализацию высоконтенсивных вычислений на основе нейроморфных реконфигурируемых процессорных архитектур;
- разработать научные подходы к созданию интеллектуальных систем управления новыми видами скоростных транспортных средств, построенных в том числе на принципах роботизированного и автономного управления;
- разработать общую теорию трансформации, аккумулирования и рекуперации энергии в энергосиловых установках транспортных средств и управления этими процессами;

- разработать научные основы адаптивного управления магнитными полями, генерируемыми при механических воздействиях на объекты из ферромагнитных материалов.

3.4. Уровень научных исследований по теме научно-исследовательской программы в мире и Российской Федерации

По направлению «Механика материалов и гидродинамика»

В мировом и отечественном авиакосмическом машиностроении в последние два десятилетия все большую тенденцию приобретает направление, связанное с созданием и модернизацией авиакосмической техники с использованием композиционных материалов [Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 г. // Авиационные материалы и технологии. 2012. № 5]. Процесс получения нового материала заключается не только в его выплавке, но и в создании технологии его деформационно-термической обработки, формирующей требуемый комплекс физико-механических свойств у конструкционных деталей, в частности, посредством деформирования материала при больших высокотемпературных деформациях. Современный подход к проектированию деформационно-термического воздействия на материал предполагает использование компьютерного моделирования. Для реализации компьютерного моделирования необходимо иметь определяющие соотношения, адекватно описывающие реологию материала при пластической деформации в условиях высоких температур обработки. Для построения определяющих соотношений актуальной задачей является экспериментальное исследование реологии новых материалов при высокотемпературных больших пластических деформациях. В зарубежной и отечественной литературе предложены математические модели, описывающие реологическое поведение сплавов и композитов при горячей пластической деформации. Среди них можно выделить феноменологические [X. Qin, at all. // J. Alloys Compd. 2019. Vol. 770. P. 507–516] и структурно-феноменологические [Коновалов А. В. // Изв. РАН. Механика твердого тела. 2009. № 1; Huang K., Logé R.E. // Mater. Des. 2016. Vol. 111]. Феноменологические модели являются функциями параметров деформации (температура, скорость и степень деформации) и не позволяют при горячей пластической деформации адекватно описывать реологию материала, которая зависит от всей истории изменения параметров деформации. Структурно-феноменологические модели представляют собой систему интегро-дифференциальных уравнений, в которой внутренние переменные феноменологически описывают кинематику протекающих при горячей деформации процессов упрочнения и разупрочнения материала. Поэтому они способны достаточно адекватно описать реологию материала при горячей деформации. Идентификация числовых параметров этих моделей не представляет трудностей. Данные модели несложно использовать в конечно-элементных программах. Построение адекватных структурно-феноменологических реологических моделей является актуальной задачей, решение которой позволяет реализовать компьютерное моделирование процессов горячего деформирования новых металлических материалов.

При изучении самых разнообразных природных процессов исследователи для анализа, описания и моделирования в качестве адекватного объекта используют систему Навье-Стокса, дополненную уравнением сохранением массы. В том случае, если исследуются процессы в Мировом океане, то предполагается, что жидкость является несжимаемой, а для моделирования процессов в атмосфере, как правило, нужно учитывать сжимаемость воздуха.

Основная трудность, возникающая при изучении процессов в несжимаемых жидкостях или газах, связана с тем, что для уравнений Навье-Стокса до сих пор отсутствует доказательство теоремы существования и гладкости решений. Данная проблема известна как одна из семи математических задач тысячелетия, которая была

сформулирована в 2000 году Фефферманом в Математическом институте Клэя [<http://www.claymath.org/millennium-problems/navier-stokes-equation>].

По направлению «Новые конструкционные материалы и технологии их обработки»

Развернувшаяся в настоящее время среди развитых стран гонка в области наук о материалах имеет целью достижение стратегического экономического и военного превосходства, так как материалы с новыми свойствами являются необходимым элементом для развития ключевых отраслей промышленности. Сегодня разработка иерархически организованных материалов (композиционные, градиентные и гибридные материалы, материалы с активными компонентами, смарт-материалы) и изделий на их основе является ведущей мировой тенденцией.

Современные вызовы и угрозы, стоящие перед Россией, требуют применения новых, многоуровневых подходов к разработке и созданию перспективных материалов с рекордными характеристиками физико-механических свойств, прочности, коррозионной стойкости, усталостной долговечности, которые могут быть достигнуты только на основе междисциплинарных исследований. Важная роль при этом отводится разработке новых технологий обработки таких материалов, включая деформационные, обработки высокогенергетические, термодиффузионные и др. Для конструирования иерархически организованных материалов эффективно использовать подходы многоуровневого моделирования.

Необходимость концентрации усилий на развитии в России данного направления подтверждается: а) созданием при государственной поддержке в США (президентская инициатива «Materials Genome Initiative» – в рамках ее реализации в США поддержка «многоуровневого направления» осуществляется на государственном и межгосударственном уровнях), в Европейских странах (Центр CNRS-MIT для реализации проекта «MultiScale Materials Science for Energy and Environment») и Китае (Peac Institute of Multiscale Sciences) центров по разработке иерархических материалов и «многоуровневого материаловедения»; б) возрастающим количеством грантов, выделяемых на проведение исследований, и лавинообразно увеличивающимся количеством публикаций в ведущих мировых периодических изданиях по данному актуальному научному направлению (в журналах, включенных в базу Web of Science, за последние 5 лет по теме «multiscale» опубликовано практически столько же статей, сколько за предыдущие 30 лет).

По направлению «Ресурс и диагностика материалов и конструкций»

Определение остаточного ресурса элементов конструкций является важной, до сих пор не решенной актуальной проблемой инженерных наук и носит фундаментальный и прикладной характер. Ситуация осложняется тем, что наиболее распространенные и применяемые при проектировании конструкций классические теории прочности опираются на эмпирические закономерности и ряд гипотетических положений, которые приводят к ошибкам при прогнозировании ресурса реальных конструкций. Используемые в настоящее время методики расчета долговечности, опирающиеся на положения существующих теорий прочности, не дают, таким образом, надежных прогнозов. Известные критерии нелинейной механики разрушения, определяющие начальные условия старта вязкой трещины, не предполагают учет влияния истории напряженно-деформированного состояния на изменение предельных характеристик, от состояния, в котором они были определены, до состояния, в котором формируются предпосылки возникновения макродефекта. За указанный период элемент изделия может быть подвергнут различным механическим воздействиям, которые внесут свой вклад в изменение свойств, определяющих долговечность объекта. В результате расчеты, выполненные в рамках нелинейной механики разрушения, будут являться недостоверными. В связи с этим, перспективным является подход, использующий модели механики поврежденности, которые первоначально разрабатывались для описания скрытой фазы накопления повреждений (М.А. Майнер, 1945; Ю.М. Работнов, 1962; В.Л.

Колмогоров, 1970). Основным концептуальным и расчетным параметром этих моделей служит феноменологическая характеристика, называемая поврежденностью, которая является функционалом и рассчитывается для интересуемой материальной точки с учетом истории развития напряженно-деформированного состояния и изменения температурно-скоростных условий нагружения (см. обзор в Handbook of Damage Mechanics, NY, 2015). В России феноменологические модели поврежденности активно развиваются в ИМАШ УрО РАН в рамках научной школы В.Л. Колмогорова.

При использовании указанных подходов для достоверного расчета состояния элемента конструкции остается необходимость в определении текущего состояния (уровня прочностных свойств, вязкости разрушения, трещиностойкости) материала элемента конструкции. Основными способами определения указанных параметров являются разрушающие виды испытаний, которые не могут обеспечить 100 %-й контроль в процессе изготовления и, особенно, при эксплуатации изделий. Сплошной контроль текущего состояния объектов техники может быть осуществлен неразрушающими методами, которые широко используются для определения механических свойств металлоизделий. Таким образом, в качестве входных параметров в расчетной модели можно использовать информативные параметры неразрушающих физических методов контроля материалов.

Имеющиеся в литературе совокупные экспериментальные данные, в том числе полученные в ИМАШ УрО РАН и ИФМ УрО РАН [Михеев М.Н., Горкунов Э.С. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля. М.: Наука, 1993], свидетельствуют о перспективности применения магнитных характеристик в качестве входных параметров в расчетной модели оценки остаточного ресурса стальных изделий. Для неферромагнитных материалов показана принципиальная возможность использования в этих целях таких неразрушающих методов, как вихревоковый [Schreiber J. et al, AIP Conf. Proc., 2013, Vol. 1511], метод лазерной спектр-интерферометрии [Джоунс Р., Уайкс К. Голографическая и спектр-интерферометрия. М: Мир, 1986], акустические методы, в том числе метод акустической эмиссии [Mukhopadhyay C.K. et al, Engineering Fracture Mechanics, 2012, Vol. 96].

По направлению «Системы управления и информационно-управляющие системы»

Теория однородных вычислительных сред уже длительное время находится на этапе решения основополагающих проблем, например, оптимальное преобразование алгоритмических графов к виду клеточных все еще не получило окончательного решения ни у нас в стране, ни за рубежом, но принципы построения однородных арифметико-логических устройств в основном сформулированы, существуют алгоритмы выполнения "однородных" арифметических операций, например, умножения. С другой стороны, специалисты сходятся во мнении, что, если взять в качестве основы реализации функционально-ориентированных процессоров современные технологии изготовления сверхбольших интегральных СХЕМ, то альтернативы глобальному распараллеливанию (вплоть до бит) для достижения экстремальной вычислительной производительности не существует. Этим объясняется устойчивый интерес компаний – мировых лидеров в области разработки высокопроизводительной вычислительной техники к рассматриваемым в настоящей программе однородным (клеточным) процессорам. Если учесть практическое исчерпание в настоящее время возможностей микроэлектроники в части частоты переключения элементов и уменьшения физических размеров транзисторов, то очередным шагом в развитии процессорных архитектур следует признать переход к массивно-параллельным архитектурам.

В ведущих зарубежных научных организациях проводятся интенсивные исследования как в области теории, так и в части практической реализации однородных микроэлектронных процессоров [Technical Report GIT-CERCS-07-09; Lincoln Laboratory Journal, Vol. 20, No 1, 2013; SC '18 Proc. of the Int. Conf. for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis, Article 47]. В 2018 году фирма Google разработала

специализированный процессор с однородной архитектурой, специально предназначенный для существенного повышения производительности в целом. Ведущими научными командами, проводящими исследования и разработки в области перспективных процессорных архитектур являются лаборатория TIMA (Гренобльский технический университет, Франция); лаборатория LIP (Университет Лион, Франция); Национальный институт компьютерных наук (Университет Теннесси, США); инженерный факультет по электронике и компьютерам (Университет Техаса, США). В настоящее время в России научные исследования по тематике 2D-процессорных массивов проводятся в немногих научных центрах: в Институте многопроцессорных вычислительных систем ЮФУ, ИПУ РАН, ИМАШ УрО РАН (в рамках научной школы Н.А. Семихатова).

По направлению «Механика и процессы управления транспортных и тяговых машин»

Работы по созданию безэкипажных транспортных средств ведутся во всех ведущих странах мира. Такие фирмы, как Google, Tesla, КАМАЗ, НАМИ и многие другие вплотную подошли к созданию беспилотного автомобиля, способного автономно передвигаться по дорогам общего пользования. Однако проблема создания интеллектуальной системы управления гусеничной машиной при движении в условиях грунтовых дорог и бездорожья остается открытой и сдерживается возможностью обеспечения требуемой подвижности. Это связано с несовершенством модели управления, неточностью определения в режиме реального времени кинематических, силовых и динамических параметров, формируемых взаимодействием гусеничного движителя с опорным основанием, принимаемыми допущениями и случайным характером воздействия внешней среды [Journal of Field Robotics, Vol. 31, Iss. 3, 2014; Journal of Terramechanics, Vol. 73, 2017]. При традиционном управлении отклонение траектории компенсируется водителем интуитивно, а при роботизированном – снижением скорости движения. Программы автономного управления базируются на измерении кинематических параметров траектории и их отклонении от заданного маршрута движения с использованием информационных технологий спутниковых систем навигации. Однако функция требуемого компенсирующего управления определяется в соответствии с математической моделью. Для компенсации отклонения траектории необходимо создавать поворачивающий момент, значение которого определяется кинематическими, силовыми и динамическими параметрами, а также физико-механическими свойствами опорного основания в процессе взаимодействия с движителем. Как показывает анализ литературных данных, определение требуемых параметров в режиме реального времени представляется возможным на основе современных измерительных технологий [May 2013 Vehicle System Dynamics 51(5), Mathematical Problems in Engineering, Vol. 2016, Article ID 6375652].

При разработке новых конструкций транспортных машин, их энергосиловых блоков конструкторы уделяют значительное внимание вопросами снижения шума. Основными источниками шума являются процессы механического и гидродинамического происхождения. Прежде всего, это шум от вибрации корпусных деталей, систем газообмена, охлаждения двигателей, агрегатов трансмиссии, а также шум, возникающий при работе технологического оборудования. Некоторые производители заявляют выдающиеся достижения в данной области. Например, большие мусоровозы компании Bucher-Schorling работают с уровнем шума, не превышающим 70 дБА. В то же время отечественные коммунально-строительные машины, например, МКСМ-800, отличаются повышенным уровнем акустического излучения. В связи с этим, проблема снижения уровня акустического излучения дорожно-строительных и коммунальных машин является актуальной.

Анализу вариантов снижения уровня шума изделий в целом и отдельных их структурных составляющих посвящены работы многих исследователей со всего мира. В первую очередь, выполняется оценка виброакустической активности двигателя внутреннего сгорания (ДВС), включая систему охлаждения, а также редукторных узлов и

отдельных элементов системы гидропривода [Asif Basha V., Automotive Engineering Book; Держанский В.Б., Тараторкин И.А. Прогнозирование динамической нагруженности гидромеханических трансмиссий транспортных машин. Екатеринбург: УрО РАН, 2010]. Многие работы включают в себя экспериментальные и аналитические исследования, в которых предпринимаются попытки снизить уровень возбуждения. Однако лишь немногие исследователи предлагают уменьшить уровень реагирования динамической системы на возбуждение. При этом акустическое излучение трансмиссии возникает непосредственно на ее вибрирующих поверхностях, выполняющих функцию мембран, транслирующих эффекты внутренних сил как слышимый звук. Эти силы возникают при передаче крутящих и изгибающих моментов в зубчатых зацеплениях, радиальных и осевых сил в подшипниковых опорах на установленных и переходных режимах работы, а также при возникновении резонансов [SAE Technical Paper 2010-01-0897, 2010]. Вибрация трансмиссии непосредственно передается в конструкцию транспортного средства. При этом она может стать очевидной и осязаемой в виде тактильных ощущений на различных элементах конструкции машины (рулевое колесо, сиденья, остекление и т.д.).

Одной из ведущих научных школ в России в области механики транспортных и гусеничных машин является научная школа А.А. Благонравова (ИМАШ УрО РАН, Курганский государственный университет).

3.5. Основные ожидаемые результаты по итогам реализации научно-исследовательской программы и возможность их практического использования (публикации, патенты, новые технологии)

По направлению «Механика материалов и гидродинамика»

- Разработаны высокопроизводительные алгоритмы и программы для решения стационарных и нестационарных задач теплопроводности и диффузии, а также статических задач теории упругости, в осесимметричной постановке на основе метода граничных элементов. Программы будут зарегистрированы в Федеральной службе по интеллектуальной собственности и могут быть использованы для решения осесимметричных тепловых и механических задач в составе программного комплекса. Использование комплекса возможно, в частности, в офтальмологии.

- Описана реология ряда перспективных конструкционных металломатричных композитов с матрицей из алюминиевых сплавов при температурах горячей пластической деформации, разработана описывающая ее математическая модель, и установлены закономерности влияния высокотемпературной пластической деформации на формирование механических свойств композитов.

- Разработаны феноменологические модели когезионной и адгезионной поврежденности покрытий и kleевых соединений, учитывающие влияние напряженного состояния, температуры, скорости и истории нагружения на предельные характеристики разрушения. Сформулированы принципы суммирования поврежденности и сложной истории нагружения. Предложены и обоснованы экспериментальные методики определения предельных энергий адгезионного и когезионного разрушений в зависимости от перечисленных выше факторов. Модели использованы для разработки оптимальных составов герметизирующих и kleевых адгезивов на основе наполненных полимерных материалов для изделий аэрокосмической промышленности и конструкций, эксплуатируемых в арктических условиях.

- Построены точные решения уравнений Навье-Стокса для вращающихся термодиффузационных сдвиговых крупномасштабных течений вязкой несжимаемой жидкости с учетом двух параметров Кориолиса. Построены локализованные точные автомодельные решения для вязкой несжимаемой жидкости с учетом двух параметров Кориолиса и влиянием перекрестных эффектов Соре и Дюфора.

- Исследованы новые способы передачи импульсов в жидкости для вертикально завихренной жидкости вне поля Кориолиса с приложением к экваториальным противотечениям и сравнение этих результатов с течениями вращающейся среды, характеризующейся двумя параметрами Кориолиса. Исследованы закономерности спонтанной вертикальной закрутки жидкости в изначально не вращающейся жидкости при квадратичном ее нагреве при помощи нахождения точных решений трехмерных уравнений Обербека-Буссинеска для трехмерных закрученных течений (конвективное вихревое динамо). Адаптирована методики расчетов устойчивости адвективного течения, проведены расчеты при умеренных значениях числа Экмана.

По направлению «Новые конструкционные материалы и технологии их обработки».

- Разработаны иерархические модели деформации и разрушения структурно-неоднородных материалов и металломатричных композитов, состоящих из 2-х и более компонентов. Предложены методы конструирования металломатричных композитов с требуемым уровнем прочности и сопротивления разрушению, основанные на моделировании поведения материалов на смежных мезо- и макромасштабных уровнях. Определены оптимальные режимы деформации металломатричных композитов систем Al/SiC и Al/Al₂O₃ в условиях высокотемпературной неустановившейся ползучести и сверхпластичности, обеспечивающие получение изделий конструкционного назначения с уровнем технологической поврежденности ниже допустимой.

- Установлены основные закономерности строения границ и слоев новых перспективных слоистых композиционных материалов на металлической и неметаллической основе, полученных методом деформации пакетной прокаткой по разработанным оптимальным режимам. Предложены и апробированы принципы выбора состава, конструкции и режимов деформационно-термической обработки, обеспечивающие повышенный комплекс механических свойств и сопротивления хрупкому разрушению конструкционных слоистых композитов при пониженных температурах. Разработаны оптимальные режимы термических и деформационных обработок, обеспечивающие улучшение трибологических и механических характеристик сталей (в том числе нержавеющих углерод- и азотсодержащих) путем формирования градиентных наноструктурированных слоев методом фрикционной упрочняющей обработки. Разработаны оптимальные составы и структурно-фазовые состояния функциональных покрытий, полученных методами высокоэнергетических воздействий.

- Разработаны теоретические основы создания наукоемких технологий производства и оборудования для компактирования (окускования) некомпактных материалов, в том числе техногенных отходов промышленного производства и рудного сырья, для более эффективного использования энерго- и материальных ресурсов. Результаты будут защищены патентами РФ на способ и устройства для его реализации. Коммерческий интерес результаты работы могут представлять при разработке новых технологий брикетирования многокомпонентных сырьевых смесей.

- Разработаны научные и технологические основы комбинированных термо-химико-деформационных обработок хромоникелевых аустенитных сталей, сочетающих низкотемпературное азотирование и наноструктурирующие поверхностные деформационные обработки. Построена математическая модель процесса диффузии азота при низкотемпературном (менее 500 град. С) азотировании. Получены экспериментальные данные о влиянии предложенного комплексного метода обработки на химический и фазовый состав, структуру, напряженное состояние, трибологические и микромеханические характеристики, а также качество поверхности аустенитных хромоникелевых сталей.

- Разработаны физико-механические модели поведения изделий из некомпактных материалов при внешних воздействиях активных сред. Разработаны технологии и конструкция инструмента для процесса полунепрерывного гидромеханического выдавливания тугоплавких и композиционных, в том числе волокнистых, материалов.

Предполагается получение патентов РФ на разработанные способ и устройство для процесса полунепрерывного гидромеханического выдавливания.

По направлению «Ресурс и диагностика материалов и конструкций»

- Разработана концепция безопасной технологической поврежденности материалов для деталей механизмов и элементов конструкций, изготавливаемых методами пластического формоизменения, исходя из предполагаемых условий и сроков эксплуатации, накладываемых ограничений на уровень физико-механических свойств материалов в составе конструкций.

- Разработаны научные основы неразрушающих методов обнаружения зон предразрушения, регистрации зарождения и распространения трещины в однородных и слоистых конструкционных материалах при статическом и циклическом нагружении. Осуществлено обоснование создания методов диагностики текущего состояния слоистых металлических композиционных материалов и их компонентов на основе физических неразрушающих методов контроля и лазерной спекл-интерферометрии.

- Разработана модель исчерпания механической прочности конструкционного материала, основанная на использовании данных неразрушающей диагностики в качестве входных параметров, предложен новый алгоритм расчета исчерпания ресурса элемента конструкции.

- Разработана и апробирована методика ускоренных испытаний, моделирующих деградацию свойств метастабильных сталей с различной степенью деформационной стабильности фазового состава, при эксплуатации. Определены физико-механические свойства образцов на разных стадиях ресурсных испытаний. Осуществлен выбор информативных параметров неразрушающей диагностики механических свойств и поврежденности испытуемых материалов физическими методами. Получены и обобщены результаты испытаний на циклическую трещиностойкость и замеров физических характеристик в зоне пластической деформации перед усталостной трещиной в метастабильной стали с чередующимися участками с аустенитной и аустенитно-мартенситной структурой.

- Созданы конечно-элементные модели и специализированные компьютерные программы расчета эволюции напряженно-деформированного состояния в кольцевом образце, вырезанном из оболочки твэла, при разных видах его испытаний. Программы будут зарегистрированы в Федеральной службе по интеллектуальной собственности и использованы для разработки методик разного вида испытаний механических свойств кольцевых образцов, вырезанных из облученных оболочек твэлов, проводимых с целью обоснования проектных решений и мониторинга остаточного ресурса оболочки твэла в процессе эксплуатации тепловыделяющих сборок реакторных установок на быстрых нейтронах.

- Предложены и апробированы модели циклической деградации материала и алгоритмы расчета долговечности металлических конструкций при случайном спектре несимметричных циклов напряжений с учетом конструкционного демпфирования. На практике результаты могут быть использованы для повышения долговечности тонкостенных элементов кранов и манипуляторов, а также для устранения вредных колебаний робототехнических устройств, от которых требуется быстродействие и точное позиционирование рабочего органа.

По направлению «Системы управления и информационно-управляющие системы»

- Разработаны высокоэффективные методы компьютерного анализа алгоритмов решения систем уравнений математической физики, позволяющие выделять базовые зависимости, которые целесообразно реализовать на уровне систем команд однородных функционально-ориентированных процессоров (ФОП). Предложены и апробированы новые методы автоматизированного синтеза однородных процессорных архитектур, позволяющие оптимизировать ФОП по критериям производительности и аппаратных затрат.

- Созданы библиотеки арифметико-логических процедур, позволяющие разрабатывать произвольные по топологическим характеристикам нейроморфные реконфигурируемые архитектуры однородных процессорных массивов.

- Разработаны и реализованы логические проекты и аппаратные прототипы сверхбольших интегральных схем ФОП с однородной архитектурой, которые могут служить основой для разработки и изготовления собственно СБИС на российских микроэлектронных предприятиях (ПО Ангстрем, ОАО Микрон).

- Предложена общая методология решения неформализованных и слабо формализованных задач проектирования и экспертизы выбранного класса поковок и технологических процессов ковки, проиллюстрированная на примерах решения конкретных задач. Разработана математическая модель и формализованная база знаний для широкого класса осесимметричных деталей и поковок из конструкционных металлических материалов, основанная на знаниях о закономерностях их деформации и разрушения. Создан и апробирован действующий прототип интеллектуальной экспертной системы САПР ТП ковки на прессах для широкого класса осесимметричных поковок.

По направлению «Механика и процессы управления транспортных и тяговых машин»

- Разработаны новые математические модели динамики управляемого движения современных транспортных средств, их узлов и агрегатов (в том числе для роботизированных комплексов на их базе). Предложены усовершенствованные функциональные схемы стабилизации периодических режимов, обеспечивающие оптимальные режимы управляемого движения транспортной машины и ее отдельных узлов и агрегатов.

- Усовершенствованы методы прогнозирования динамической нагруженности, повышения долговечности и энергоэффективности силового блока транспортных машин на установившихся и переходных режимах движения, в том числе включающих механические бесступенчатые передачи.

- Выполнены теоретические и экспериментальные исследования управляемого движения транспортной машины и ее отдельных исследуемых узлов и агрегатов. Проведены исследования по оценке уровня стабилизации вибрационных процессов в элементах конструкции исследуемых транспортных машин.

- Разработаны новые методы структурно-динамического анализа на основе модального представления механических объектов для оптимизации их виброакустических параметров.

- Уточнены алгоритмы управления движением современных транспортных средств, установлены зависимости для выбора упругих и инерционных параметров элементов конструкций, обеспечивающих допустимый уровень динамических и вибрационных процессов при оптимизации функциональных и эксплуатационных характеристик. Разработаны новые методы повышения быстроходности гусеничных машин, в том числе беспилотных, на основе совершенствования алгоритмов управления, учитывающих новые закономерности взаимодействия движителя с опорным основанием.

- Разработана механическая импульсная бесступенчатая передача нефиксированного типа, состоящая из генератора колебаний, осевых выпрямителей нового типа и упругих элементов (торсионных валов). Установлены критерии подобия, позволяющие разрабатывать механические бесступенчатые импульсные передачи для трансмиссий транспортных и тяговых машин и приводов технологического оборудования.

Результаты исследований по всем перечисленным выше направлениям предполагается опубликовать в журналах, входящих в международные базы данных цитирования Web of Science и Scopus и отечественную РИНЦ, в том числе не менее 10 % – в высокорейтинговых международных научных журналах quartилей Q1 и Q2. Для технических наук это высокие результаты востребованности результатов научным сообществом. Новизна разработанных технологий и устройств будет подтверждена

патентами РФ. Созданные вычислительные программы будут зарегистрированы в Реестре программ для ЭВМ ФИПС.

3.6. Потребители результатов исследований научно-исследовательской программы.

Потенциальная востребованность результатов отраслевыми научно-техническими организациями и промышленными предприятиями напрямую зависит от экономического состояния страны, их способности вкладывать средства в отечественные инновационные разработки. В настоящее время наибольший интерес имеется:

- 1) к созданию функционально-ориентированного процессора, являющегося полностью отечественной разработкой, призванной решать проблему замещения импортной элементной базы для систем навигации и управления стратегически важными техническими системами, обеспечивающими национальную безопасность страны (организации Роскосмоса, Минобороны);
- 2) к разработке новых бесступенчатых нефрикционных трансмиссий (трансформаторов момента) для тяжелонагруженных транспортных и тяговых средств, позволяющих принципиально упростить управление и повысить их надежность в экстремальных природных и технических условиях эксплуатации (организации Ростеха);
- 3) к разработке новых функциональных и конструкционных слоистых композитных материалов, в том числе с функцией радиационной защиты, волокнистых углеродных композитных материалов (организации Роскосмоса, Минатома).
- 4) к разработке методов и аппаратно-программных устройств для контроля и диагностики состояния по генерируемым физическим полям технических объектов, подвергаемых внешним природным и техническим воздействиям (организации Роскосмоса, Минобороны, промышленные предприятия в разных секторах экономики).

Десять наиболее крупных организаций-партнеров, которые являются потребителями результатов научных и поисковых исследований и с которыми заключены договоры о научно-техническом взаимодействии: Государственный ракетный центр имени ак. В.П. Макеева, НПО автоматики им. ак. Н.А. Семихатова, Российский федеральный ядерный центр – ВНИИТФ имени ак. Е.И. Забабахина, Трубная металлургическая компания, Казанский НИИ авиационных технологий, АО «Уральские локомотивы», ФГУП «Прометей», ЦАГИ, Каменск-Уральский металлургический завод, Курганмашзавод.

РАЗДЕЛ 4. РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

Целью развития кадрового потенциала Института является обеспечение преемственности научных поколений за счет сохранения уникального кадрового потенциала старшего поколения и обеспечение условий для передачи их опыта и знаний молодым ученым, повышение компетенций сотрудников в направлениях деятельности Института.

Основной кадровый состав Института составляет 88 исследователей, в том числе 72 научных сотрудника, работающих в 9 научных подразделениях. Научная квалификация: 1 академик РАН, 14 докторов наук, 52 кандидата наук.

К сильным сторонам кадрового состава необходимо отнести:

1. Высокий процент исследователей, имеющих ученую степень, – более 70 %. Удельный вес исследователей в возрасте до 39 лет составляет 42 %.
2. В Институте функционируют известные научные школы, созданные академиком РАН Горкуновым Э.С. (неразрушающие физические методы контроля и диагностики металлических материалов), академиком РАН Семихатовым Н.А. (автоматизированные системы управления сложными техническими объектами), членом-

корреспондентом РАН Колмогоровым В.Л. (механика и разрушение деформируемых твердых тел), д.т.н. Благонравовым А.А. (конструкции и управление транспортными машинами).

3. Высокий научный потенциал научных работников Института, который подтверждается ростом числа публикаций в ведущих научных журналах, входящих в международные базы данных (1,28 публикации на 1 исследователя в 2018 году, что в 2,5 раза больше, чем в 2015 году). Ученые Института являются лауреатами различных российских и международных наград в области науки и техники, входят в редакционные коллегии ряда ведущих отечественных и зарубежных журналов.

4. В Институте проводится последовательная молодежная политика. В целях поощрения молодых ученых в Институте учреждены премии имени работавших в Институте ученых-организаторов машиноведческой науки на Урале. Институт является организатором молодежных научных конференций и школ, организует выдвижение и поддержку кандидатур молодых ученых на соискание премий, стипендий, получение грантов. Удельный вес молодых ученых Института, выступающих с устными докладами на международных конференциях, составляет более 50 %.

5. Сотрудники Института ежегодно участвуют в качестве экспертов в проведении муниципального этапа научно-практической конференции обучающихся общеобразовательных организаций города Екатеринбурга, читают научно-популярные лекции школьникам, неоднократно награждались Благодарностями Департамента молодежной политики Свердловской области за повышение интеллектуального потенциала студенчества и поддержку научно-исследовательского творчества молодежи.

6. Институт имеет государственную лицензию на ведение образовательной деятельности по 13 научным специальностям (Лицензия №0164 от 17.07.2012 г. 90Л01№0000177, Приложение №1.1 90П01 №0000939, Приложение №1.2 90П01 № 0008442, Приложение №1.3 902П01 №0021606, Распоряжение №858-06 от 24.03.2015 с приложением). Институтом получена Государственная Аккредитация по 2 наиболее востребованным направлениям подготовки – 12.16.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии и 22.06.01 – Технологии материалов (Свидетельство №2524 от 22.02.2017 90А01 №0002651, Приложение №1 90А01 № 0014146).

К слабым сторонам подготовки и состояния научных кадров следует отнести:

1. Отсутствие диссертационного совета на базе Института;
2. Число поступающих в аспирантуру Института нестабильно и имеет тенденцию к уменьшению при увеличении числа поступающих в аспирантуру в университеты;
3. Отсутствие стабильной практики прохождения научных стажировок в отечественных и зарубежных ведущих научных организациях и ВУЗах.

Мероприятия по развитию кадрового потенциала и в области молодежной политики:

1. Обучение в центрах развития компетенций руководителей лабораторий и научных проектов (не менее 30 % к 2024 году);
2. Формирование кадрового резерва для руководящих должностей Института, омоложение руководящего звена Института;
3. Выдвижение и поощрение молодых ученых на руководство научными проектами, выполняемыми по государственному заданию, и конкурсными научными проектами (до 50 % к 2024 году);
4. Создание 2-х новых лабораторий, руководимых молодыми учеными (в 2020 году – лаборатории нелинейной вихревой гидродинамики, в 2022 году – лаборатории перспективных технологий обработки материалов);

5. Прохождение сотрудниками, включенными в кадровый резерв на замещение должностей директора Института и его заместителей, обучения по программам подготовки управленческих кадров;
6. Прохождение публичных конкурсных процедур при занятии и продлении срока работы на научных должностях;
7. Внедрение системы профстандартов для сотрудников, занимающих должности инженерно-технических работников и административно-управленческого персонала;
8. Обязательное, не реже чем 1 раз в 5 лет, прохождение обучения по повышению профессиональной подготовки для специалистов и руководителей служб Института;
9. Усиление мобильности молодых научных кадров Института. Разработка системы конкурсной и адресной поддержки участия молодых ученых в высокорейтинговых международных научных мероприятиях в России и за рубежом;
10. Организация внутренних научных конкурсов молодых ученых в Институте;
11. Проведение молодежных школ и конференций и участие в них молодых сотрудников Института.

Мероприятия по привлечению в науку молодых кадров:

1. Расширение преподавательской деятельности научных сотрудников Института в ВУЗах с целью интеграции студенческой молодежи в научную деятельность. Вовлечение студентов базовых кафедр в процесс выполнения НИР, подготовку публикаций и участия в конференциях по результатам работы.
2. Организация практик студентов базовых кафедр в Институте. Отбор среди студентов, проходящих обучение в бакалавриате и магистратуре, для выполнения квалификационных работ в лабораториях Института и последующее обучение их в аспирантуре.
3. Поддержка проведения конкурсов и соревнований среди школьников и студентов по научной и инновационной тематике.
4. Организация и проведение научно-популярных лекций в школах по направлениям научной деятельности Института.

Мероприятия по повышению эффективности работы аспирантуры:

1. Создание объединенного диссертационного совета на базе Института машиноведения УрО РАН и Института физики металлов УрО РАН по специальностям 05.16.09 (22.06.00) – Материаловедение (по отраслям, в машиностроении) и 05.02.11 (12.06.00) – Методы контроля и диагностика в машиностроении;
2. Получение государственной аккредитации по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика;
3. Повышение программной роли существующих базовых кафедр. Прием в аспирантуру Института молодых сотрудников преимущественно из числа закончивших магистратуру и обучение на базовых кафедрах;
4. Увеличение до 70% доли аспирантов, представивших к защите диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук при завершении программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

РАЗДЕЛ 5. РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ

5.1. Краткий анализ соответствия имеющейся научно-исследовательской инфраструктуры организации научно-исследовательской программе

Имеющаяся в Институте научно-исследовательская инфраструктура в целом соответствует современным трендам организации научных исследований в России. Основное испытательное, аналитическое и технологическое оборудование Института сосредоточено в ЦКП «Пластометрия», имеющего статус ЦКП Уральского отделения РАН, организованного постановлением Президиума УрО РАН № 2-7 от 13.02.2003 г. Учредителями ЦКП являются 4 института УрО РАН: машиноведения, физики металлов, металлургии и химии твердого тела. ЦКП «Пластометрия» включен в Реестр ЦКП Минобрнауки РФ и отнесен ко 2-й категории.

ЦКП является вспомогательным научно-исследовательским структурным подразделением Института, осуществляющим комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению возможности научным сотрудникам института, других институтов УрО РАН, а также представителям сторонних организаций проводить фундаментальные и прикладные научно-исследовательские работы в области механики и физики прочности и разрушения с использованием уникального дорогостоящего оборудования, находящегося на балансе Института и обслуживаемого высококвалифицированными специалистами Института. Входящая в состав ЦКП лаборатория неразрушающего контроля аттестована в Системе неразрушающего контроля Госгортехнадзора России (Свидетельство об аттестации № 55А151006 от 10.07.2015 г.). Область аттестации лаборатории:

- по наименованию оборудования (объектов): объекты котлонадзора, системы газоснабжения (газораспределения), подъемные сооружения, объекты горнорудной промышленности, оборудование нефтяной и газовой промышленности, оборудование металлургической промышленности, объекты железнодорожного транспорта;
- по видам (методам) неразрушающего контроля: визуальный и измерительный контроль, магнитный контроль, вихревой контроль, акустическая эмиссия, акустический контроль (ультразвуковая дефектоскопия, ультразвуковая толщинометрия).

Виды деятельности: проведение контроля оборудования, материалов и сварных соединений неразрушающими методами при изготовлении (монтаже), строительстве, ремонте (реконструкции) и техническом диагностировании вышеперечисленных объектов.

ЦКП «Пластометрия» осуществляет свою деятельность под руководством Ученого совета и дирекции Института машиноведения УрО РАН и Совета по научному оборудованию УрО РАН и включает в себя 3 научно-исследовательских подразделения (испытательный центр; лабораторию объемного и поверхностного деформирования и лабораторию физических методов исследования) и производственную мастерскую.

В соответствии с основными задачами ЦКП выполняет технологическое и научно-исследовательское обеспечение фундаментальных и прикладных исследований Института машиноведения за счет финансовых средств Института, других институтов-учредителей ЦКП с компенсацией затрат на использованные материальные ресурсы. Выполнение исследований в интересах сторонних организаций осуществляется на основании договоров о выполнении НИР и ОКР.

ЦКП развивает существующие и отрабатывает новые виды деформационно-термической обработки материалов, экспериментальные методики и методы работы на современном и уникальном научном оборудовании. Проводит семинары и презентации новых приборов и экспериментальных установок с приглашением специалистов уральского региона и представителей фирм – поставщиков оборудования, находящегося на балансе Института.

Сотрудники ЦКП участвуют в учебно-методической работе, связанной с обучением аспирантов и стажеров, а также магистрантов и студентов ВУЗов в рамках филиалов базовых кафедр, организацией курсов повышения квалификации специалистов-пользователей нового исследовательского оборудования, изучением технических возможностей новых приборов и оборудования, поступающего на рынок.

Остальное научное и вспомогательное оборудование сосредоточено непосредственно в лабораториях Института. Сотрудники лабораторий на них работают и обслуживаются.

Сведения о балансовой стоимости оборудования Института и другие сведения представлены в Приложении 1.

Помимо оборудования важнейшей составляющей научной инфраструктуры для успешного функционирования института технического профиля является наличие вычислительных и программных ресурсов. Для решения наиболее сложных задач 3D моделирования в области механики деформируемого твердого тела, гидродинамики и термодинамики используются вычислительные мощности ЦКП «Суперкомпьютер» Института математики и механики УрО РАН, к которому имеется прямой терминальный доступ по выделенной линии на основании заключенного Соглашения о научном сотрудничестве. Для проведения менее трудоемких расчетов используются персональные ЭВМ, которые могут оперативно объединяться в локальные вычислительные сети или сети для сбора и обработки экспериментальной информации через институтскую сеть.

Другой важной составляющей функционирования научной инфраструктуры, способствующей решению задач Программы развития, является информационная компонента. В Институте развернута локальная сеть по стандарту Ethernet с пропускной способностью 1 Гбит/с и выходом во внешнюю сеть интернета с трафиком 200 Мбит/с. Функционирует научная библиотека, а также терминальная связь с Центральной библиотекой УрО РАН, что позволяет оперативно получать заказываемые исследователями сканы журнальных статей и книг. Через локальную сеть Института сотрудники имеют доступ к международным полнотекстовым базам публикаций WEB of Science, Scopus, ScienceDirect, Springer, Cambridge Crystallographic Data. Помощь сотрудникам в оформлении заявок на выдачу патентов, регистрацию программ для ЭВМ оказывает квалифицированный патентовед, состоящий в штате Института.

Основные выводы по оценке состояния научно-исследовательской инфраструктуры:

1. Состав испытательного, аналитического и технологического оборудования Института, объединённого в ЦКП «Пластометрия», в целом соответствует по номенклатуре задачам Программы развития Института, но в значительной степени изношен и морально устарел, так как средств на его обновление не выделялось с 2013 года.

2. Оборудование ЦКП используется не только для выполнения работ по плану Института, но и в значительной мере используется для выполнения работ в интересах внешних пользователей на договорных условиях.

3. Кроме выделения средств на закупку научного оборудования необходимы и значительные средства на поддержание его работоспособности, а собственных средств Института на это катастрофически не хватает.

4. Вычислительные средства и программное обеспечение, локальная сеть и ее терминальная связь с ЦКП «Суперкомпьютер» и Центральной библиотекой УрО РАН обеспечивают потребности Института для решения задач Программы развития.

5. Большие проблемы с инфраструктурой Института прогнозируются после завершения капитального ремонта административно-лабораторного здания по адресу г. Екатеринбург, пер. Почтовый, 7, переданного в оперативное управление Институту в 2017 году, куда предстоит переехать Институту в 2021-2022 годах в связи с окончанием срока договора о его размещении на площадях Института физики металлов УрО РАН на правах безвозмездной аренды. Восстановление научно-исследовательской инфраструктуры потребует значительных средств, временных и трудовых затрат.

5.2. Основные направления и механизмы развития научно-исследовательской инфраструктуры Института

Приоритетным направлением развития научно-технической инфраструктуры Института является обновление научного оборудования до современного уровня, соответствующего мировому, развитие передовых эффективных организационных форм коллективного использования научно-технической инфраструктуры и ее интеграция в сетевые ЦКП в рамках регионального взаимодействия.

Мероприятия по развитию научно-исследовательской инфраструктуры:

1. Осуществить модернизацию парка оборудования ЦКП «Пластометрия» в рамках федерального проекта № 2 "Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в Российской Федерации" национального проекта «Наука» по обновлению на 50 % научного оборудования для ведущих научных организаций в соответствии с выделенными лимитами;

2. Организовать нормальное функционирование оборудования, блока чистых комнат, информационных и вычислительных сетей, научной библиотеки в административно-лабораторном здании по адресу г. Екатеринбург, пер. Почтовый, 7 и в лабораторном здании по адресу г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, 20 после окончания капитальных ремонтов и переезда подразделений Института;

3. Для повышения эффективности использования научных программных ресурсов реализовать сетевой доступ внутренних пользователей к серверным машинам, где они будут установлены;

4. Используя различные формы поддержки (грантовая, программы Минобрнауки, соглашения с ВУЗами в рамках деятельности базовых кафедр и др.), обеспечить постоянный доступ к полнотекстовым международным базам публикаций;

5. Наряду с развитием традиционных форм взаимодействия с ВУЗами (филиалы кафедр, базовые кафедры) создать совместные структурные подразделения нового типа для осуществления инновационной деятельности на паритетных условиях с УрФУ (лаборатория «Нанокомпьютер», вузовско-академический ЦКП по испытаниям свойств и ресурсу материалов).

РАЗДЕЛ 6. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ниже сформулированы приоритетные направления Института в направлении развития эффективной системы научной коммуникации и популяризации результатов исследований и мероприятия для их реализации.

1. Развитие системы по организации и проведению научных конференций, семинаров.

Планируемые мероприятия:

- Расширение контингента участников традиционной Международной конференции «Ресурс и диагностика материалов и конструкций», проводимой Институтом, за счет более широкого привлечения иностранных участников, представителей отраслевых научно-исследовательских институтов и сотрудников лабораторий промышленных предприятий, экспертных организаций. Расширение системы льготного участия в конференциях молодых ученых, аспирантов и учащихся ВУЗов.

- Продвижение дистанционной интерактивной формы участия в конференции и семинарах через сеть Интернет, организация онлайн трансляции докладов, хранения и свободного доступа к их видеозаписям с целью популяризации знаний.

- Расширение практики представления на конференциях заказных/приглашенных докладов ведущих отечественных и иностранных ученых, в том числе и в формате интернет-конференции.

- Опубликование статей по материалам представленных на конференции докладов в специализированных изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus.

2. Развитие и продвижение электронного научного журнала “Diagnostics, Resource and Mechanics of materials and structures” (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-57355 от 24.03.2014 г., двухязычный русско-английский журнал, учредитель Институт машиноведения УрО РАН, ежегодно издается 6 выпусков журнала, включен в систему Российской индекса научного цитирования (РИНЦ).

Планируемые мероприятия:

- Обеспечение условий для включения журнала в международные базы цитирования Web of Science и Scopus.
- Увеличение объема материалов журнала, издаваемых на английском языке.
- Разработка нового портала для сайта журнала со встроенной системой рецензирования и отслеживания состояния публикации.

3. Повышение публикационной активности сотрудников в журналах, индексируемых в международных базах цитирования.

Планируемые мероприятия:

- Конкурсная и адресная поддержка публикации работ исследователей Института в высокорейтинговых международных журналах.
- Создание условий для опубликования статей в высокорейтинговых международных журналах сотрудников Института совместно с зарубежными исследователями.

4. Развитие экспертной деятельности.

Продолжить активное участие сотрудников Института:

- в работе Советов и экспертных комиссий при органах федеральной и региональной власти: Совет по присуждению премий Правительства РФ, Президиум Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауке РФ, Координационный совет и его рабочая группа по вопросам транспортного машиностроения при департаменте транспортного и специального машиностроения Министерства промышленности и торговли РФ, Совет при Министерстве промышленности и науки Свердловской области по вопросам развития промышленного комплекса Свердловской области, Координационный совет по научной, научно-технической и инновационной деятельности при Губернаторе Курганской области, Экспертный совет Курганской области по рассмотрению проектов, представленных на финансирование в рамках программы УМНИК;

- в экспертизе научных и инновационных проектов Фонда содействия развитию малых форм предприятия в научно-технической сфере, Российского научного фонда, Российского фонда фундаментальных исследований, конкурсной комиссии Правительства Курганской области по отбору субъектов малого и среднего предпринимательства и организаций, образующих инфраструктуру поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства, конкурсной комиссии отбору проектов на получение Премии губернатора Свердловской области для молодых ученых;

- в работе технического комитета ТК 371, подкомитета 4А по подготовке государственных стандартов по неразрушающему контролю при Росстандарте РФ;

- в деятельности, осуществляющейся экспертами Федерального реестра экспертов научно-технической сферы и экспертами Российской академии наук;

- в подготовке экспертных заключений по проектам в области перспективных военных разработок и инновационных технологий, грантов Правительства РФ.

5. Развитие деятельности по популяризации результатов научно-исследовательской деятельности и взаимоотношений с основными заказчиками разработок и научно-технических работ.

Планируемые мероприятия:

- Формирование и постоянное обновление информации на сайте Института о научных достижениях и инновационных разработках;
- Представление разработок Института и информационных материалов на научно-технических и промышленных выставках;
- Регулярное взаимодействие со средствами массовой информации (пресс-релизы, интервью, популярные статьи и др.) для популяризации научных и инновационных достижений Института;
- Координация программы поисковых исследований Института с основными индустриальными партнерами (Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева, НПО автоматики имени академика Н.А. Семихатова, Курганский машиностроительный завод, Казанский НИИ авиационных технологий) в рамках соглашений о долгосрочном научно-техническом сотрудничестве с целью опережающего проведения фундаментальных и поисковых исследований в перспективных направлениях развития критических технологий для промышленного комплекса России.

РАЗДЕЛ 7. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Сильные стороны системы управления научно-исследовательской работой в Институте:

1. Структура научных подразделений соответствует сложившимся научным школам, основоположниками которых являются выдающиеся ученые академики РАН Э.С. Горкунов, Н.А. Семихатов, член-корреспондент РАН В.Л. Колмогоров, профессор А.А. Благонравов, что способствует преемственности в развитии научных исследований;

2. Основное научное и технологическое оборудование сосредоточено в ЦКП, руководителем которого является заместитель директора по научной работе, что способствует равноправному доступу сотрудников Института к оборудованию, проведению единой политики по своевременным метрологическим поверкам, решению вопросов приобретения комплектующих и расходных материалов для оборудования, проведению работ по оказанию услуг для внешних пользователей по единому прейскуранту в согласованные сроки с внутренним графиком использования оборудования;

3. Наличие производственной мастерской, которая на 90 % обеспечивает изготовление образцов и приспособлений для проведения исследований, текущий ремонт и обслуживание технологического оборудования Института;

4. Наличие и постоянное совершенствование положения о стимулировании эффективности научно-исследовательской работы и инновационной активности сотрудников и подразделений Института;

5. Функционирование в Институте Системы менеджмента качества, соответствующей ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и дополнительным требованиям по ГОСТ Р В 0015-002-2012 (Сертификат соответствия № ВР 30.1.12199-2018).

Слабые стороны системы управления научно-исследовательской работой в Институте:

1. Слабое взаимодействие научных лабораторий при выполнении исследований в рамках государственных заданий;

2. Недостаточный опыт постановки комплексных междисциплинарных исследований в формате создания временных научных коллективов;

3. Отсутствие стимулов для изменения традиционной тематики и объектов исследований научными коллективами действующих научных школ;

4. Использование устаревшей системы квалификационных требований к сотрудникам, занимающим научные должности.

Планируемые мероприятия по развитию системы управления научно-исследовательской работой в Институте:

1. Ввести в практику внутриинститутской жизни проведение междисциплинарных семинаров для обсуждения планов НИР и результатов их выполнения;
2. При планировании НИР отдавать приоритет комплексным темам, в рамках которых поощрять межлабораторное взаимодействие и организацию временных трудовых коллективов;
3. Развивать и поддерживать систему менеджмента качества при выполнении НИР и ОКР, осуществлять внутренний аудит соответствия выполнения работ и оформления их результатов требованиям ГОСТ;
4. Пересмотреть систему квалификационных требований к научным сотрудникам Института (приказ Минобрнауки РФ № 538 от 27.05.2015 г.) исходя из необходимости выполнения целевых показателей Программы развития и руководствоваться ими при проведении аттестаций и заключении ежегодных эффективных контрактов;
5. Способствовать и поощрять выполнение совместных исследований с представителями других организаций в рамках договоров и соглашений о научно-техническом сотрудничестве;
6. Перевести внутренний документооборот в формат электронного безбумажного. Упорядочить систему учета и хранения отчетной научной документации в электронном формате.

**РАЗДЕЛ 8. СВЕДЕНИЯ О РОЛИ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В
ВЫПОЛНЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ И ДОСТИЖЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ И
ЗНАЧЕНИЙ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА
«НАУКА» И ВХОДЯЩИХ В ЕГО СОСТАВ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ**

Ниже представлены сведения, демонстрирующие увеличение значений целевых показателей национального проекта «Наука» и входящих в его состав федеральных проектов к 2023 году по отношению к 2017 году:

- Увеличение числа статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития, в изданиях, индексируемых в международных базах данных – не менее чем на 30 %, что составит 1,4 статьи на 1 исследователя;
- Увеличение числа заявок на получение патента на изобретение по областям, определяемых приоритетами научно-технологического развития – в 2 раза;
- Увеличение доли внешних услуг в работе центра коллективного пользования Института – не менее, чем на 50 %;
- Увеличение численности исследователей Института, имеющих статьи в научных изданиях первого и второго квартилей – более, чем в 2 раза;
- Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей – с 42 % до 50 %;
- Увеличение внутренних затрат на исследования и разработки за счет всех источников в текущих ценах – со 114 млн. руб. не менее, чем до 120 млн. руб. в год;
- Обновление приборной базы в соответствии с Федеральным проектом № 2 «Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в Российской Федерации» в соответствии с выделенными лимитами в период с 2019 по 2021 годы;
- Обучение руководителей лабораторий и научных проектов в центрах развития компетенций – не менее 30%.

- Увеличение доли выполняемых под руководством молодых ученых научных проектов в рамках государственного задания и конкурсных научных проектов – до 50%;
- Создание 2-х новых лабораторий, руководимых молодыми учеными;
- Увеличение доли аспирантов, представивших к защите диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук при завершении программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре – до 70%;

Более подробно достижение целевых показателей с разбивкой по годам выполнения Программы развития представлено в Приложении 1.

В течение срока реализации Программы не планируется списание приборной базы.

Полная учетная стоимость приборной базы на 01.01.2018 г. составляет 178996 тыс. руб. В 2019-2021 гг. планируется приобретение научного оборудования (увеличение полной учетной стоимости приборной базы) за счет средств грантов в форме субсидии на 39723,5 тыс. руб., в том числе в 2019 г. – 14832498,68 руб.

Объем расходов на эксплуатацию обновляемой приборной базы составит в год от 150 до 1200 тыс. руб., в том числе за счет внебюджетных средств – от 10 % до 13 %.

РАЗДЕЛ 9. ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

№	Показатель	Единица измерения	Отчетный период	Значение				
				2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
1.	Общий объем финансового обеспечения Программы развития	тыс. руб.	114122,1	121842,28	120365,12	121661,94	110300	111300
	Из них:							
1.1	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета	тыс. руб.	96902,6	91191,9	93951,3	95091,5	96000	97000
1.2	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из бюджета Федерального фонда обязательного медицинского страхования	тыс. руб.	0	0	0	0	0	0
1.3	субсидии, предоставляемые в соответствии с абзацем вторым пункта 1, пункт 4	тыс. руб.	3197,6	16182,2	15605	15005	2300	2300

	статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации							
1.4 . .	субсидии на осуществление капитальных вложений	тыс. руб.	0	0	0	0	0	0
1.5 . .	средства обязательного медицинского страхования	тыс. руб.	0	0	0	0	0	0
1.6 . .	поступления от оказания услуг (выполнения работ) на платной основе и от иной приносящей доход деятельности	тыс. руб.	14021,9	14468,18	10808,82	11565,44	12000	12000
1.6 .1.	В том числе, гранты	тыс. руб.	8150	11700	8100	10500	8000	8000

Директор ИМАШ УрО РАН

(Дата месяц и год)

Смирнов
18.12.2019



У. В. Смирнов