

**ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ**  
им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН) создан в 1938 г., входит в состав Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук и является ведущим научным центром, решающим фундаментальные научные проблемы машиноведения.

Разработки ИМАШ РАН известны и признаны во всем мире. Результаты фундаментальных исследований Института на протяжении всей его истории составляли основу развития и совершенствования отечественного машиностроения в авиационно-космической технике, станкостроении, автомобилестроении, энергетике, в том числе атомной, нефтяной, нефтехимической и других отраслях промышленности.

Одним из основателей Института машиноведения и его первым директором был академик Евгений Алексеевич Чудаков. В дальнейшем Институт возглавляли академики Анатолий Аркадьевич Благонравов и Константин Васильевич Фролов.

В 2008 году ИМАШ РАН возглавил академик Ривнер Фазылович Ганиев, под руководством которого была проведена масштабная реорганизация Института в целях концентрации и объединения его научного потенциала на решении фундаментальных проблем машиноведения и волновой механики. В результате реорганизации в состав ИМАШ РАН вошел Научный центр нелинейной волновой механики и технологии РАН (НЦ НВМТ РАН), была укрупнена тематика отделов, созданы 3 новых отдела: «Конструкционное материаловедение», «Виброакустика машин», «Теоретическая и прикладная акустика», – нацеленные на решение принципиально новых фундаментальных и прикладных проблем, значительно омоложен исследовательский состав, создано опытное производство.



С декабря 2015 года директором Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН назначен доктор технических наук, доктор философских наук, профессор В.А. Глазунов.

С октября 2025 года исполняющим обязанности директора Института назначен доктор технических наук Рагуткин Александр Викторович.

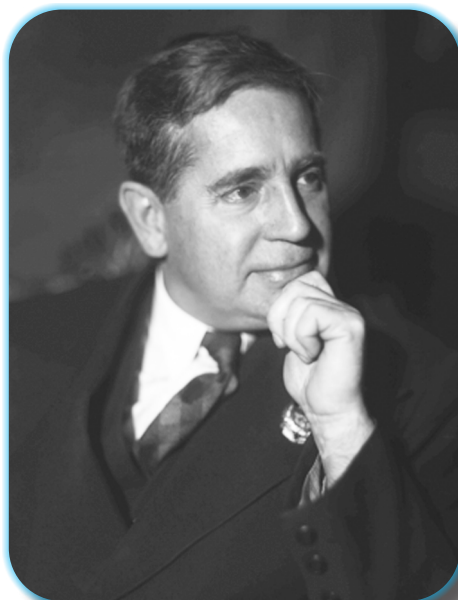
Основными научными направлениями ИМАШ РАН являются:

- теория машин и механизмов и управление машинами, анализ и синтез машинных, биомеханических, робототехнических и мехатронных комплексов;
- теория безопасности, ресурса, надежности, живучести, прочности машин и сложных технических систем;
- динамика машин, вибрационные и волновые процессы, виброакустика машин и конструкций;
- проблемы трибологии, повышение износостойкости и снижение энергетических потерь в машинах и оборудовании;
- конструкционное материаловедение, проблемы использования наноматериалов и нанотехнологий для объектов машиностроения;
- научные основы комплексных проблем машиноведения для объектов гражданского и оборонного назначения;
- нелинейная волновая механика многофазных систем, научные основы волновых технологий, волновых машин и аппаратов;
- виброненадежность и бесшумность гидромеханических систем и технических объектов;
- теория машиностроительного производства и новые технологии в машиностроении.

Реализованный комплекс мероприятий позволяет выполнять научные исследования и разработки на высоком мировом уровне. По итогам проведенной оценки результативности деятельности научных организаций Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН отнесен к научным организациям I категории.

## РУКОВОДИТЕЛИ ИМАШ РАЦ

1890



1953

**Академик**

***ЕВГЕНИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ЧУДАКОВ***

Основатель и первый директор Института машиноведения (с 1938 г. по 1953 г.) — известный ученый в области машиноведения и автомобильной техники, дважды Лауреат Сталинской премии, вице-президент АН СССР. Евгений Алексеевич многие годы возглавлял различные научные учреждения и многое сделал для становления и развития основных направлений отечественной науки о машинах. Под его руководством в Институте была реализована стратегия опережающего развития машиноведения как основополагающей науки о машинах для решения первоочередных задач отечественного машиностроения гражданского и оборонного назначения.

## РУКОВОДИТЕЛИ ИМАШ РАН

1894



1975

**Академик**

### ***АНАТОЛИЙ АРКАДЬЕВИЧ БЛАГОНРАВОВ***

Директор Института машиноведения с 1954 г. по 1975 г., известный ученый-механик (баллистик), дважды Герой Социалистического Труда, Лауреат Ленинской и Сталинской премий, генерал-лейтенант артиллерии, академик-секретарь Отделения технических наук, председатель Комиссии по исследованиям космического пространства при Президиуме АН СССР. При А.А. Благонравове ИМАШ сохранил направленность фундаментальных исследований и продолжил дальнейшее развитие машиноведения в новых исторических условиях становления атомного и ракетно-космического машиностроения, широкой автоматизации, роботизации и информатизации промышленного производства.

## РУКОВОДИТЕЛИ ИМАШ РАН

1932



2007

Академик

### ***КОНСТАНТИН ВАСИЛЬЕВИЧ ФРОЛОВ***

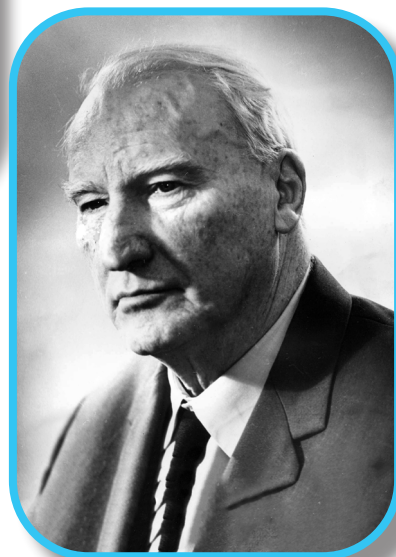
Герой Социалистического Труда, известный ученый-механик, создатель ряда научных направлений в прикладной механике и машиноведении, получивших широкое признание в России и за рубежом. Константин Васильевич был вице-президентом АН СССР и Российской академии наук, академиком-секретарем Отделения машиностроения, механики и процессов управления. Более 30 лет (1975—2007 гг.) К.В. Фролов возглавлял Институт машиноведения им. А.А. Благонравова. В эти годы ИМАШ подтвердил высокий потенциал ведущего научного центра машиностроительной промышленности страны, расширил исследования по современным проблемам машиноведения. К.В. Фролов награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» III и II степени, двумя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и многими медалями. К.В. Фролов – лауреат Ленинской премии, Государственной премии СССР, двух премий Совета Министров СССР и ряда других премий. К.В. Фролов автор более 400 научных работ, в том числе 44 монографий и сборников, более 30 патентов.

## ЗНАМЕНИТЫЕ УЧЕНЫЕ ИМАШ РАЧ



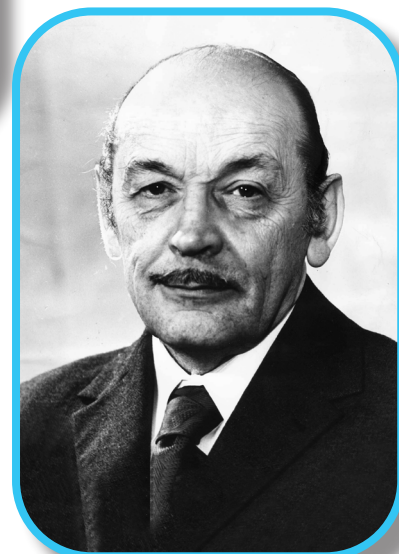
**АРТОБОЛЕВСКИЙ И.И.**, акад. АН СССР, Герой Социалистического Труда, председатель Правления общества «Знание», зав. отделом теории механизмов и машин. Разработал методы структурного анализа механизмов и их классификацию.

Разработал метод анализа пространственных кинематических цепей, составил системы векторных уравнений для определения скорости и ускорения звеньев механизма.

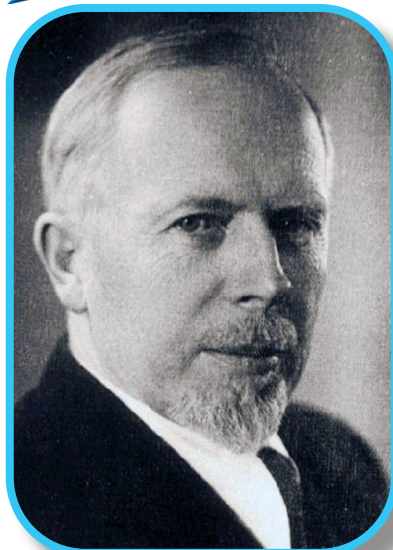


**БРУЕВИЧ Н.Г.**, акад. АН СССР, акад.-секретарь Отделения технических наук АН СССР.

**РАБОТНОВ Ю.Н.**, акад. АН СССР, акад.-секретарь Отделения механики и процессов управления. Внес важный вклад в развитие теории упругопластических сред. Создал основы общей теории нелинейной ползучести.

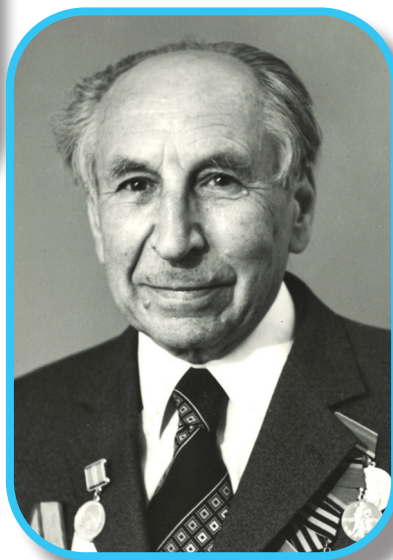


## ЗНАМЕНИТЫЕ УЧЕНЫЕ ИМАШ РДЧ



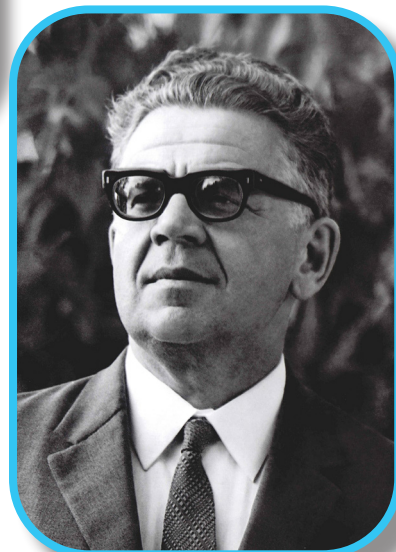
**ХРУЩЕВ М.М.**, д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Государственной премии СССР. Создал научную школу в области трения и износа машин и триботехнического материаловедения, получившую широкое признание на международном уровне

Разработал теорию фрикционного контакта и молекулярно-механическую теорию трения.



**КРАГЕЛЬСКИЙ И.В.**, д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, руководитель лаборатории Общей теории трения.

**ГЕНКИН М.Д.**, д.т.н., профессор, крупнейший специалист в области зубчатых передач, зав. отделом виброакустики машин. Внес весомый вклад в разработку конструктивных и технологических методов снижения вибраций в машинах и механизмах.



# ДИРЕКЦИЯ ИМАШ РАН



Исполняющий обязанности  
директора . д.тн.  
**Александр Викторович  
РАГУТКИН**



Заместитель директора  
по научной работе. д.тн.  
**Глеб Сергеевич  
ФИЛИПPOB**



Заместитель директора  
по вопросам подготовки  
кадров высшей квалификации. к.ф.-м.н.  
**Эдуард Рифович  
ЖДАHOB**



Заместитель директора  
по кадрам  
и организационно-правовой работе  
**Тимофей Викторович  
ТАРАРУШИН**



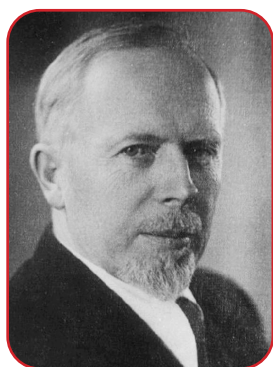
Советник директора  
**Дмитрий Викторович  
ЕРМАКОВ**



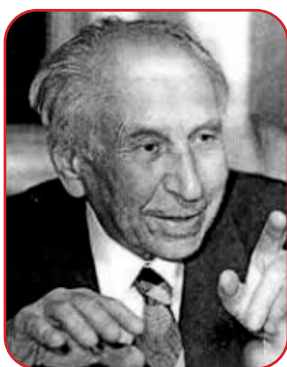
Советник директора.  
д.тн.  
**Николай Петрович  
СИЗЯКОВ**

# ТРЕНИЕ, ИЗНОС, СМАЗКА. ТРИБОЛОГИЯ

## ОСНОВАТЕЛИ НАУЧНЫХ ШКОЛ



Д.т.н., профессор  
**Михаил Михайлович  
ХРУЦОВ**  
1890–1972



К.с.-х.н., д.т.н., профессор  
**Игорь Викторович  
КРАВЕЦКИЙ**  
1908–1989



Д.т.н., профессор  
**Юрий Николаевич  
ДРОЗДОВ**  
1936–2014

### Заведующий отделом «Трение, износ, смазка. Трибология»

Вице-президент Ассоциации инженеров-трибологов России, заместитель председателя межведомственного научного совета по трибологии РАН, почетный работник высшего профессионального образования, профессор кафедры цифровых и аддитивных технологий РТУ МИРЭА. Награжден Золотой медалью им. В.Г. Шухова.



Д.т.н., профессор  
**Али Юсупович  
АЛБАГАЧИЕВ**

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Трение и износ в машинах
- Фреттинг в неподвижных соединениях
- Трибология в авиационной, космической и оборонной технике
- Лазерное упрочнение материалов
- Смазочные материалы для тяжело нагруженных узлов трения
- Подшипники скольжения и качения
- Трибология в механической обработке материалов
- Диагностика поверхностей трения
- Тепловые процессы в трибологии и механической обработке
- Износостойкие и высокопрочные материалы

Фундаментальные и прикладные исследования отдела направлены на повышение ресурса, безопасности и коэффициента полезного действия объектов гражданского и военного назначения, космических, транспортных, энергетических, атомных, авиационных, газо-нефтедобывающих систем.

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Создано и активно развивается научное направление по обеспечению надежности и ресурса установок электроприводных лопастных насосов, которыми оборудовано более 100 тыс. скважин РФ и добывается более 70 % нефти. Разработаны научные основы и комплекс испытательных стендов для исследования трибодинамических процессов в насосах, в том числе с высокой частотой вращения (до 12000 об/мин). Совместная работа с ведущими нефтяными компаниями по повышению ресурса насосов удостоена Премии Правительства РФ. Впервые разработана трибодинамическая модель насоса с использованием теории подобия, получены зависимости вибрации от износа трибосопряжений, исследованы процессы абразивного и гидроабразивного изнашивания деталей насосов в средах, содержащих абразив и коррозионно-активные вещества. С участием сотрудников отдела разработан национальный стандарт ГОСТ Р 56830-2015 (введен в действие с 01.07.2016 г.), который впервые в мировой практике ввел общие требования для этого оборудования. Результаты научных исследований реализованы в конструкциях износостойких подшипников с функцией виброгашения, методиках по определению износостойкости деталей и узлов насосов.

Развивается научное направление в области трибологической надежности узлов и механизмов аэрокосмического назначения: универсальных многофункциональных мехатронных модулей, обеспечивающих функционирование исполнительных систем трансформируемых конструкций; электронасосных агрегатов устройства терморегулирования системы жизнеобеспечения.

# ПРОЧНОСТЬ, ЖИВУЧЕСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ МАШИН

## ОСНОВАТЕЛИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ



Академик  
**Юрий Николаевич  
РАБОТНОВ**  
1914–1985



Член-корреспондент РАН  
**Николай Андреевич  
МАХУТОВ**

### **Заведующий отделом «Прочность, живучесть и безопасность машин»**

Заслуженный деятель науки РФ, заведующий базовой кафедрой «Ракетная техника» Технологического университета (г. Королев), является специалистом в области моделирования повреждений, механики разрушения, живучести и безопасности машин.



Д.т.н., профессор  
**Юрий Григорьевич  
МАТВИЕНКО**

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Теоретическая и экспериментальная механика разрушения и живучести
- Моделирование, диагностика и мониторинг повреждений и разрушений
- Экспериментально-расчетные методы анализа напряженно-деформированного состояния (НДС)
- Долговечность при термомеханических циклических воздействиях
- Риск-анализ и безопасность критически важных объектов
- Аэрогидроупругость и динамика машин
- Оптимальное проектирование структуры композитных конструкций
- Управление локальными и объемными механическими свойствами материалов

Научное направление фундаментальных и прикладных исследований ИМАШ РАН по проблемам прочности, ресурса, живучести и безопасности машин и конструкций сформировалось на базе большого цикла работ, проводимых на протяжении всей его 85-летней истории. Основы этого направления были заложены и развиты академиком Ю.Н. Работновым и членом-корреспондентом РАН Н.А. Махутовым. Основное научное направление отдела связано с постановкой и проведением фундаментальных исследований по разработке комплексных и многоуровневых моделей, критериев и методов анализа, обоснования, нормирования и мониторинга прочности, надежности, живучести и безопасности машин и конструкций.

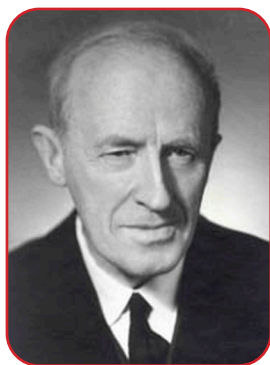
## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В последние годы усилия отдела направлены на формирование обобщенных подходов к комплексным проблемам безопасности, ресурса и живучести с целью снижения техногенных и технологических рисков для объектов гражданского и оборонного назначения, аэрокосмической и атомной техники, транспортных и других сложных машиностроительных систем с учетом критических технологий. В качестве основных научных достижений следует отметить иерархию методов и систем поэлементного и комплексного определения техногенной безопасности и рисков. Создана многоуровневая иерархическая система комплексных моделей и двухпараметрических критериев механики хрупкого и упруго-пластического разрушения конструкционных материалов в условиях экстремальных физико-механических воздействий. Особое внимание уделено нелинейному физико-математическому и имитационному моделированию процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов и конструкций на различных масштабно-структурных уровнях.

Предложена методология ранней диагностики и мониторинга повреждений, остаточной прочности и ресурса критически важных полимерно-композитных элементов конструкций на основе акустико-эмиссионного метода.

# КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

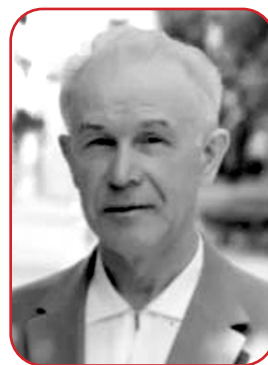
## ОСНОВАТЕЛИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ



Академик  
**Сергей Владимирович  
СЕРЕНСЕН**  
1905–1977



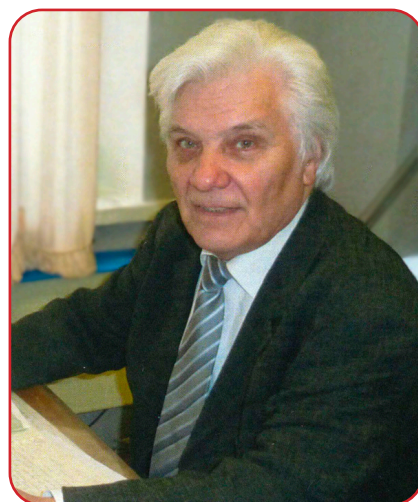
Д.т.н., профессор  
**Михаил Григорьевич  
ЛОЗИНСКИЙ**  
1909–1970



Д.ф.-м.н., профессор  
**Борис Моисеевич  
РОВИНСКИЙ**  
1899–1973

### Заведующий отделом «Конструктивное материаловедение»

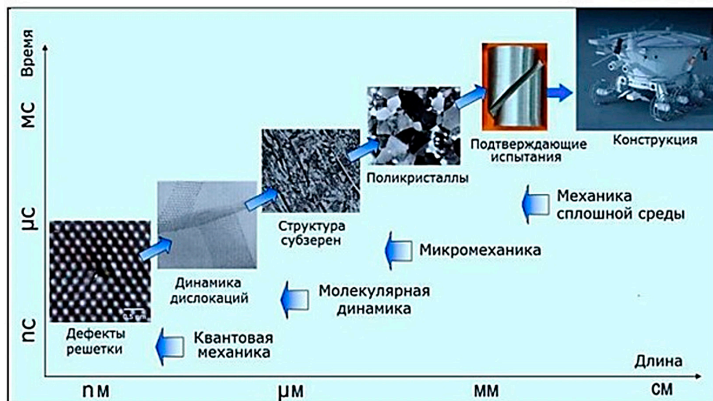
Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, академик МИА, является специалистом в области конструктивного материаловедения и прочности материалов.



Д.т.н., профессор  
**Александр Никитович  
РОМАНОВ**

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Исследование роли структурного состояния в формировании прочностных и функциональных свойств конструкционных материалов для работы в условиях статического, циклического и контактного нагружений, моделирование структурных, напряженно-деформированных и предельных состояний, создание критериальной базы оценки предельных состояний материалов
- Разработка математических моделей деформирования и разрушения элементов конструкций из полимерных и композиционных материалов и методов оценки их работоспособности
- Управление структурной и деформационной неоднородностью конструкционных материалов, структурным состоянием поверхности элементов конструкций с целью повышения прочностных и трибологических свойств
- Разработка инженерных критериев разрушения и рекомендаций по подбору материалов при конструировании
- Исследование несущей способности конструкционных материалов и ее истощение при статическом, длительном статическом, циклическом и контактном нагружении.
- Исследование целостности материалов и элементов конструкций из них при статическом, длительном статическом, циклическом и контактном нагружении.
- Исследование структуры и свойств поверхностных слоев сталей и сплавов после химико-термической обработки и высокоэнергетического воздействия концентрированными потоками энергии, выявление трибологических закономерностей их контактного разрушения
- Моделирование процессов деформирования и разрушения конструкционных материалов с учетом их многоуровневых состояний (нано-, микро-, мезо-, и макро-) и разработка критериев разрушения на стадиях образования и развития трещин
- Повышение эффективности машиностроительного производства на основе принципов модульной технологии
- Клеевые соединения в летательных аппаратах
- Неразрушающий контроль качества конструкций летательных аппаратов из композиционных материалов
- Численное моделирование волновых процессов при высокоскоростном воздействии

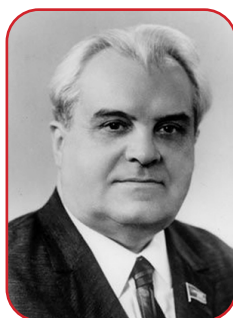


# МЕХАНИКА МАШИН И УПРАВЛЕНИЕ МАШИНАМИ

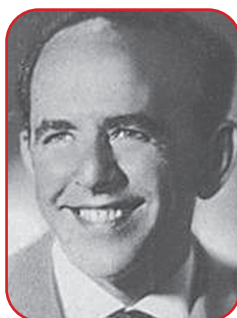
## ОСНОВАТЕЛИ НАУЧНЫХ ШКОЛ



Академик  
**Николай  
Григорьевич  
БРУЕВИЧ**  
1896–1987



Академик  
**Иван  
Иванович  
АРТОБОЛЕВСКИЙ**  
1905–1977



Д.т.н., профессор  
**Арон  
Ефимович  
КОБРИНСКИЙ**  
1915–1992



Д.т.н., профессор  
**Александр  
Филиппович  
КРАИНЕВ**  
1941–2011



Д.т.н., д. фил.н.  
**Виктор  
Аркадьевич  
ГЛАЗУНОВ**  
1958–2025

### Заведующий отделом «Механика машин и управление машинами»

Член Научного совета РАН по машиностроению и Российского национального комитета по теории машин и механизмов, специалист в области теории механизмов и машин, управления машинами, кинематики и динамики робототехнических систем.



Д.т.н.  
**Глеб Сергеевич  
ФИЛИППОВ**

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Теория механизмов и машин
- Динамика машин и машинных агрегатов
- Механика приводов машин
- Динамика виброударных (сильно нелинейных) систем
- Резонансные и авторезонансные вибротехнические системы
- Экспериментальная динамика и диагностика машин
- Многокритериальная оптимизация сложных систем
- Автоматизация технологических процессов

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Отдел «Механика машин и управление машинами» – старейшее научное подразделение Института. У истоков этого направления стояли ведущие ученые академики И.И. Артоболовский и А.А. Благодеров. Отдел решал и решает комплексные задачи в области создания и исследования машин различного назначения. В ИМАШ впервые в мире был создан образец протеза руки, работающего под воздействием электрических импульсов, генерируемых мускулами человека. Разработаны методы анализа и синтеза новых классов механизмов и технологических процессов для машин нового поколения.

В этом отделе в разные годы были получены весьма серьезные научные результаты. Это касается фундаментальных вопросов робототехнических систем, механизмов с зазорами в кинематических парах, механических систем со звеньями переменной массы, шагающих роботов, экспериментальной механики машин и диагностики механизмов, многокритериальной оптимизации и идентификации параметров механических систем, функциональной классификации механизмов и т.д.

Разработано устройство, которое планируется использовать для работы в аэродинамических трубах. Подобные схемы могут быть использованы в других технических приложениях, в частности при манипулировании в агрессивных средах (космос, океан).

Отдел активно занимается созданием машин нового поколения, одновременно решая задачу импортозамещения.

Важнейшей задачей является разработка научных основ высокоэффективной технологии и оборудования для формообразования деталей газотурбинных двигателей из суперсплавов в изотермических условиях. Преимущества формообразования деталей из жаропрочных сплавов методом раскатки и комбинированным методом давления с кручением в изотермических условиях: снижение трудоемкости изготовления за счет снижения усилий деформации и исключения дорогостоящей оснастки; технологичность при изготовлении; получение однородной мелкозернистой структуры; повышение механических свойств сплава (по сравнению с требованиями ТУ на 10–15 %); повышение КИМ в 3–5 раз.

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ АКУСТИКА

## Заведующий отделом «Теоретическая и прикладная акустика»

Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Председатель секции «Виброакустика» Научного совета РАН «Акустика», вице-президент Российского акустического общества.



Д.ф.-м.н.,  
**Юрий Иванович  
БОБРОВНИЦКИЙ**

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

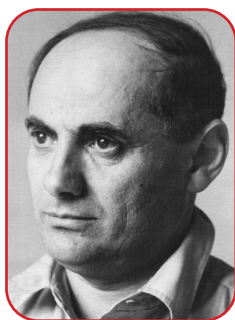
- Разработка принципов создания упругих сред и структур со специальными волновыми и звукопоглощающими свойствами, в том числе акустических метаматериалов, для применения в авиации, ракетно-космической технике, приборостроении.
- Разработка и создание экспериментальных установок для исследования акустических свойств акустических метаматериалов и механических свойств конструкций космических приборов.
- Фундаментальные и прикладные исследования отдела направлены на разработку и создание новых методов и средств решения проблемы шума и вибраций в ракетно-космической технике и авиации, где проблему требуется решать при минимальных массах и объемах.

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Создана импедансная теория распространения упругих волн в акустических метаматериалах и определены принципы создания эффективных ЗП-покрытий.
2. Разработаны научные основы акустической невидимости.
3. Определены принципы создания высокоэффективных звукопоглощающих покрытий.
4. Определены принципы синтезирования составных упругих конструкций с заданными виброакустическими свойствами, применимые в создании конструкций научных космических приборов.
5. Разработаны и созданы стенды и методики для акустических испытаний акустического метаматериала (АММ) и для наземной отработки механических свойств конструкций космических приборов с собственными измерительно-вычислительными комплексам и.
6. Разработаны методики 3D моделирования и изготовления образцов АММ-звукопоглотителей и элементов из лунного реголита по технологиям PolyJet (пластик) и SLM (металл, имитатор лунного реголита).

# ВИБРАЦИОННАЯ БИОМЕХАНИКА

## ОСНОВАТЕЛИ НАУЧНЫХ ШКОЛ



Д.т.н., профессор  
**Федор Менашевич  
ДИМЕНТБЕРГ**  
1908–1999



Академик АН СССР и РАН  
**Константин Васильевич  
ФРОЛОВ**  
1932–2007



Д.т.н., профессор,  
**Максим Дмитриевич  
ПЕРМИНОВ**  
1934–2020

### Заведующий отделом «Вибрационная биомеханика»

Является специалистом в области воздействия ударно-волновых и вибрационных нагрузок на объекты с различными физико-механическими свойствами, включая биологические системы. Автор более 250 научных работ, включая 1 монографию, 9 авторских свидетельств и 7 патентов на изобретения. Награжден знаком «Изобретатель СССР».



Д.т.н.  
**Виктор Олегович  
СОЛОВЬЕВ**

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Разработка научных основ создания твердотопливных генераторов ударных волн различного целевого назначения и защиты конструкций от ударных и волновых воздействий.
- Разработка научных основ повышения эффективности технологических машин вибрационного принципа действия с самосинхронизирующимися вибровозбудителями.
- Расчетные и экспериментальные исследования критически важных роторных систем при различных условиях эксплуатации и действующих сил.
- Разработка научных основ и средств исследования биомеханики волновых процессов в системе «человек – машина – среда», включая модели наследуемых волновых и циклических процессов в организме человека и способы повышения биосовместимости конструкционных материалов.
- Многокритериальный связной анализ, обеспечение и повышение безопасности машин, машинных и человеко-машинных комплексов в междисциплинарных проблемах машиноведения и машиностроения. Научные основы конструкционного материаловедения.
- Разработка научных основ создания технологического оборудования на принципах модульной технологии.

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Разработаны теоретические основы создания твердотопливных генераторов ударных волн различного целевого назначения.
2. Разработан принцип и алгоритм автоматической настройки резонансных режимов колебаний механических систем с дебалансным вибровозбудителем асинхронного типа при переменной массе системы (в приложении к резонансным вибромашинам).
3. Разработаны и проанализированы динамические модели роторных систем различных технологических агрегатов с целью предупреждения возникновения в них опасных уровней вибрации на различных режимах эксплуатации.
4. Создана компьютеризированная система сердечно-сосудистой диагностики на основе волоконно-оптических датчиков и соответствующих математических моделей.
5. Развивается многокритериальный связной анализ обеспечения и повышения безопасности машин, машинных и человеко-машинных комплексов.

# ВИБРОАКУСТИКА МАШИН

*ОСНОВАТЕЛЬ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ*



Д.т.н., профессор  
**Михаил Дмитриевич  
ГЕНКИН**  
1910–1995

## **Заведующий отделом «Виброакустика машин»**

Член Совета по комплексной проблеме «Гидрофизика» при Президиуме РАН, специалист в областях динамики зубчатых передач, колебаний и излучения цилиндрических оболочечных конструкций в жидкости.



Д.т.н., с.н.с.  
**Олег Иванович  
КОСАРЕВ**

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Исследование колебаний, излучения  
и дифракции цилиндрических оболочек
- Динамика и прочность зубчатых передач
- Виброакустическая диагностика машин

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Отдел виброакустики машин был создан в 1963 году и совместно с другими институтами, конструкторскими бюро и заводами изготовителями принимал активное участие в создании отечественного атомного подводного флота. Постановлением Правительства отдел был привлечен к созданию малошумных главных турбозубчатых агрегатов (ГТЗА). В ИМАШ был построен испытательный корпус с натурным судовым редуктором, акустической камерой, создан экспериментальный отдел с новейшей виброакустической аппаратурой и средствами измерения вибраций и напряжений. Институт проводил измерения вибраций всех головных и многих серийных планетарных редукторов ГТЗА во время их сдаточных испытаний на стендах Ленинградского Кировского (ЛКЗ) и Калужского турбинного (КТЗ) заводов. Отлаженные в ИМАШ методы измерения вибраций и обработки сигналов легли в основу работы Акустических служб, созданных на: ЛКЗ, КТЗ, Северном машиностроительном предприятии и Южно-турбинном заводе (г. Николаев, Украина).

В отделе проводились исследования в областях управления гидроакустическими полями, разработки информационных систем по оценке акустического качества объектов, управления скрытным движением морских подвижных объектов (МПО). Разработаны научные основы создания информационных систем оценки скрытности МПО по первичным гидроакустическим полям, предусматривающие комплексное решение задач скрытности на основе: теории колебаний, теории информации, теории вероятности, теории обнаружения, гидроакустики, теории корабля, океанологии, тактики использования подводных сил.

На базе комплекса компьютерных программ создана Экспертная система оценки акустической скрытности, позволяющая прогнозировать оценку скрытности МПО в акваториях Норвежского, Баренцева и Белого морей. Данная система использовалась в Военно-Морском Инженерном Институте (г. Санкт-Петербург) и на Северном Флоте.

В последние годы разрабатывались методы виброакустических расчетов и вибродиагностики различных объектов.

# НЕЛИНЕЙНАЯ ВОЛНОВАЯ МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Основатель научной школы



Академик  
**Ривнер Фазылович  
ГАНИЕВ**

## Директор

Известный ученый в области теоретической и прикладной механики, теории нелинейных колебаний многофазных систем, динамики жидкости и газа. Автор более 120 научных публикаций, в том числе 3 монографии, 32 авторских свидетельства или патентов (в том числе зарубежных).



Член-корреспондент РАН  
**Олег Ривнерович  
ГАНИЕВ**

# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ (НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ)

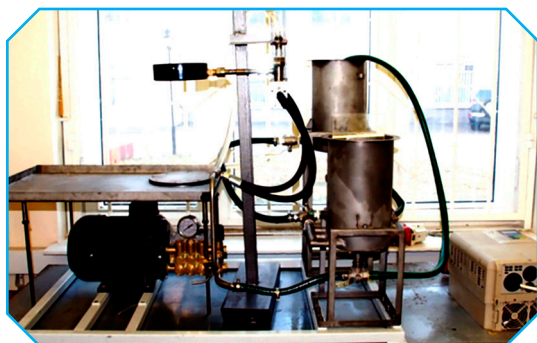
## Нелинейная волновая механика и волновые технологии

Отправной базовой научной основой является разработанная в ИМАШ РАН нелинейная волновая механика, являющаяся частью приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ. В процессе разработки этой новой области нелинейной механики открыт ряд новых нелинейных волновых и колебательных явлений и эффектов, которые положены в основу волновых технологий, получивших широкое распространение в России и за рубежом.

В настоящее время Центр осуществляет исследования как в области дальнейшего развития научных основ нелинейной волновой механики, так и в направлении расширения возможностей ее практического использования на стыке физики и химии:

- **волновая механохимия;**
- **нелинейная волноводная микро- и макромеханика пористых сред, в том числе в нефтегазовых пластах;**
- **волновая и волноводная микро-гидромеханика.**

На основе вышеуказанных научных направлений осуществляется разработка новых технологических процессов, машин и аппаратов, опережающих в ряде случаев мировой уровень машиностроения.



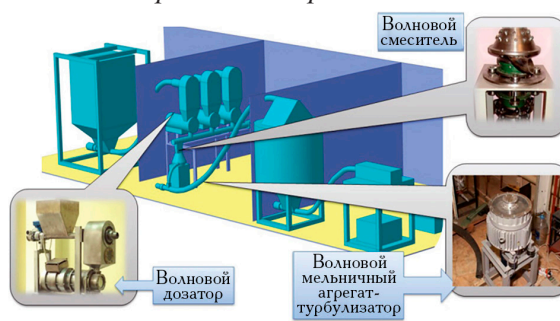
*Экспериментальный стенд по исследованию процессов перемешивания в кавитационно-волновых генераторах*



*Экспериментальный стенд по изучению проблем волнового измельчения сыпучих материалов в вихревых газовых потоках*



*Гидродинамические генераторы колебаний и волн*



*Автоматизированная линия по производству сухих многокомпонентных смесей на волновых принципах*

# ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

## «Наுகоемкие технологии создания машин будущего»

### Основными задачами ЦКП являются:

- проведение исследований, измерений и испытаний на научном оборудовании центра;
- обеспечение доступа к современному научно-исследовательскому оборудованию учёных различных областей знаний из сторонних организаций;
- обеспечение единства и достоверности измерений при проведении научных исследований на оборудовании ЦКП;
- подготовка специалистов и кадров высшей квалификации (студентов, аспирантов, докторантов) на базе современного научного оборудования;
- повышение уровня загрузки и использования научного оборудования ИМАШ РАН исследователями и научными коллективами, а также заинтересованными пользователями из сторонних организаций.

### Научные направления деятельности ЦКП:

- Научные основы создания волновых машин и аппаратов для реализации прорывных технологий в интересах машиностроения и энергетики
- Разработка современных технологий получения конструкционных материалов, в том числе композитов и продуктов (нефтехимии и пищевых) с уникальными свойствами.
- Разработка моделей, критериев и методов обеспечения прочности, надежности и живучести элементов машин и конструкций на основе физико-математического, имитационного моделирования и мониторинга процессов нагружения.
- Роль структурного состояния в формировании деформационных и прочностных характеристик конструкционных материалов при статическом, длительном статическом, циклическом и контактном нагружении.
- Физико-математическое моделирование трибологических процессов и разработка материалов и технологий, обеспечивающих требуемые фрикционно-износные характеристики сложнонагруженных узлов трения.
- Разработка принципов создания упругих сред и структур со специальными волновыми и звукопоглощающими свойствами, в том числе акустических метаматериалов, для применения в авиации, ракетно-космической технике, приборостроении.
- Разработка методов анализа и синтеза новых классов механизмов и машин новых поколений.
- Разработка интеллектуальных систем управления технологическими процессами и оборудованием.
- Вибрационные процессы, виброзащита в машиноведении, биомеханика систем «человек-машина-среда».
- Динамические и виброакустические процессы в технике.

### Перечень оборудования, входящего в ЦКП размещен на сайте ИМАШ РАН:

<http://imash.ru/nauka-dejt/ckp/oborudovanie-tskp-1/>



# ПОДГОТОВКА НАУЧНЫХ КАДРОВ

ИМАШ РАН осуществляет прием в аспирантуру по очной форме за счет бюджетных ассигнований и по договорам об оказании платных образовательных услуг по направлениям подготовки и научным специальностям:

## **1.1 Математика и механика:**

1.1.7 Теоретическая механика, динамика машин.

1.1.8 Механика деформируемого твердого тела.

## **2.3. Информационные технологии и телекоммуникации:**

2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

## **2.5. Машиностроение:**

2.5.2 Машиноведение.

2.5.3 Трение и износ в машинах.

2.5.4 Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

2.5.11 Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

2.5.21 Машины, агрегаты и технологические процессы.

## **2.6. Химическая технологии, науки о материалах, металлургия:**

2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов.

## **2.8. Недропользование и горные науки:**

2.8.2 Технология бурения и освоения скважин.

2.8.4 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

## Диссертационные Советы при ИМАШ РАН :

Совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 24.1.075.01 на базе ИМАШ РАН по научной специальности:  
2.5.2 – Машиноведение (технические науки)

Совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 24.1.075.02 на базе ИМАШ РАН по научной специальности:  
1.1.7 – Теоретическая механика, динамика машин (технические науки)

Объединенный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 99.0.033.02 на базе ИМАШ РАН и БГТУ по научным специальностям:

2.5.3 – Трение и износ в машинах (технические науки)

2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

2.6.17 – Материаловедение (машиностроение) (технические науки)



# ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Подготовка и издание научной и справочной литературы, в том числе по конструированию машин, вибрации в технике, прочности атомных реакторов, малоциклового прочностности, основам проектирования машин, издание уникальной 40-томной энциклопедии «Машиностроение», издание научных периодических журналов:



Журнал основан в 1965 году, публикует материалы по теории машиностроения в целом и по исследованию надёжности машин в частности, статьи по конструированию и усовершенствованию работы машин и приборов.

**Редакционная коллегия:**

**Главный редактор** - член-корреспондент РАН Украинский Леонид Ефимович

**Заместители главного редактора:**

д.т.н., профессор Азиков Николай Сергеевич

д.т.н., профессор Романов Александр Никитович

д.х.н., профессор Сайфуллин Инсаф Шарифуллович

**Ответственный секретарь** - к.т.н. Хасьянова Динара Усмановна

**Индексирование и реферирование:** Web of Science, Scopus

<http://mecheng.imash.ru/>  
[mecheng-imash@mail.ru](mailto:mecheng-imash@mail.ru)



Журнал основан в 1982 году, публикует статьи и обзоры по результатам научных исследований и разработок в России и за рубежом в области машиноведения и машиностроения, включая проблемы экономики, управления, автоматизации и инноваций.

**Редакционная коллегия:**

**Главный редактор** - академик Ганиев Ривнер Фазылович

**Заместители главного редактора:**

д.ф.-м.н. Березин Александр Васильевич

член-корреспондент РАН Сироткин Олег Сергеевич

д.х.н., профессор Сайфуллин Инсаф Шарифуллович

профессор L. Parich (Сербия)

**Ответственный секретарь** - к.т.н. Хасьянова Динара Усмановна

**Индексирование и реферирование:** Web of Science, Scopus

<http://imash.ru/publishing/journal2/>  
[pma-info@mail.ru](mailto:pma-info@mail.ru)



Журнал создан в 2004 г. согласно решению Президиума РАН и Министерства образования и науки РФ в целях интеграции науки, образования и производства, а его учредителями выступили Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской Академии наук и Московский государственный индустриальный университет (МГИУ). Тематика журнала охватывает широкий круг научных и технических тем в сфере машиностроения, актуальные проблемы высшего технического образования, а также вопросы интеграции науки, образования и производства.

**Редакционная коллегия:**

**Главный редактор** - академик Ганиев Ривнер Фазылович

**Заместители главного редактора:**

д.т.н., профессор Пановко Григорий Яковлевич

д.т.н., профессор Овчинников Виктор Васильевич

д.х.н., профессор Сайфуллин Инсаф Шарифуллович

**Ответственный секретарь** - к.т.н. Хасьянова Динара Усмановна

[http://mospolytech.ru/mio\\_imash@mail.ru](http://mospolytech.ru/mio_imash@mail.ru)

# ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

## Инновационные разработки ИМАШ РАН последних лет

- 2025685477 – *Рагуткин А.В., Коляфиев Г.С., Теплов И.И., Макаревич К.М.* – **Рапорт 2 (ЭВМ)** – «Теоретические основы создания цифровых портретов (двойников) изделий машиностроения с разработкой численно-аналитических методов моделирования процессов управления их техническим состоянием» – FFGU-2024-0024.
- 2025685774 – *Степанян И.В., Рочагов А.В., Курочкин П.А., Дундуков А.Ю.* – **Программа для оценки объема финансирования мероприятий по управлению рисками на строительных площадках нефтегазовой и химической промышленности (ЭВМ)** – Тема 7-13 «Биомеханика волновых процессов» – FFGU-2024-0019.
- 2025691071 – *Явлов И.С., Рочагов А.В.* – **«Инсталлятор TonClockCASP» (ЭВМ)** – Тема 7-13 «Биомеханика волновых процессов» – FFGU-2024-0019.
- 2025691070 – *Фурсов В.Ю., Матвиенко Ю.Г., Васильев И.Е.* – **Программа для сбора данных, визуализации и синхронизации приборов виброизмерения, акустической эмиссии, обычной и скоростной камер (ЭВМ)** – Тема 3-13 «Разработка комплексной системы методов и средств обоснования и повышения характеристик прочности, ресурса, живучести, безопасности и защищенности объектов машиностроения с использованием перспективных экспериментальных, мониторинговых, компьютерных и цифровых технологий» – FFGU-2024-0020.
- 2025692769 – *Лян И.П., Пановко Г.Я.* – **Программа для численного моделирования вибрационной машины с дебалансными вибровозбудителями при обработке сыпучей среды (ЭВМ)** – Грант РФФ № 24-19-00333 «Исследование влияния особенностей внутренних структур на динамику нелинейных роторных систем и технологических агрегатов с вращающимися элементами».
- 2025693030 – *Кошевой А.Р., Рагуткин А.В., Сидоров И.М., Чебенева И.Е., Ставровский М.Е., Сидоров М.И.* – **Модуль конфигурации и вспомогательных расчетов для моделирования температуры вспышки при сухом трении (ЭВМ)** – «Фазовые переходы критических явлений материаловедения» – FFGU-2025-0002.
- 2852666 – *Пахомов М.А., Столяров В.В.* – **Способ обработки заготовок из алюминиево-магниевого сплава (ИЗ)** – Тема 4-13 «Фундаментальные и прикладные исследования процессов трения, изнашивания и смазки, обеспечивающие повышение эффективности тяжело нагруженных узлов трения транспортной и авиакосмической техники» – FFGU-2024-0023.
- 2026611197 – *Ерофеев М.Н., Горохов А.Д., Угурчиев А.М.* – **Программа моделирования изнашивания сопряжения вал-втулка в условиях трения без смазки 1.0 (ЭВМ)** – Тема 4-13 «Фундаментальные и прикладные исследования процессов трения, изнашивания и смазки, обеспечивающие повышение эффективности тяжело нагруженных узлов трения транспортной и авиакосмической техники» – FFGU-2024-0023.
- 2856196 – *Саятин С.Н.* – **Объемный насос и способ перекачивания текучих тел с его помощью (ИЗ)** – Тема 6-13 «Исследование динамических процессов в механических системах и обеспечение их эффективной работоспособности» – FFGU-2024-0018.

Количество запатентованных разработок ИМАШ РАН с 2023 г. по 2026 г. – 76.

# Цифровая система мониторинга и управления техническим состоянием машин «РАПОРТ»

**с 1997** MILIT

**с 2007** САО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАВОДА

**с 1989** SAMKHOI

**с 2003** SAMKHOI

**Проблема замечания**

№ Документа	Дата документа	Где, когда, кем подписано	Где находится	Содержание замечания
199-0004 EX	14.09.2020	Борт Технического Контроля, 30.11.2020 21.05.06, Морозов В.В.	Департамент Самов ВС	Недостаточный зазор между двигателями обшивки ИУ
199-0005 EX	14.09.2020	Принято, 16.09.2020 17.08.04, Кузин А.И.		Перевод приборный стоп, Кассеты от проводки в кресле
199-0006 EX	14.09.2020	Принято, 16.09.2020 17.07.18, Кузин А.И.		Кассеты от проводки лезвия КЭС с конструкцией самолета
199-0007 EX	14.09.2020	Департамент Самов ВС, 08.10.2020 19.56.32, Уварова И.А.	На производстве	Поломка ЭРВ МАТ на месте ТЭВ
199-0008 EX	14.09.2020	Принято, 16.09.2020 17.06.12, Кузин А.И.		Поломка на иллюминаторе, Лезвий бор
199-0009 EX	14.09.2020	Департамент Самов ВС, 08.10.2020 17.16.53, Уварова И.А.		Участие сварки-сборки работ Шарельны и напыление на иллюминаторе между 19-19р, п П
199-0010 EX	14.09.2020	Департамент Самов ВС, 28.10.2020 18.51.52, Уварова И.А.		Следы коррозии клеев на 112 и 10 иллюминаторе л.б. П.4-6 п П
199-0011 EX	14.09.2020	Департамент Самов ВС, 02.11.2020 22.05.10, Уварова И.А.		Нормализован в максимальном пространстве блока иллюминатор
199-0012 EX	14.09.2020	Принято, 16.09.2020 17.07.01, Кузин А.И.		Греть на обшивке иллюминатора
199-0013 EX	14.09.2020	Принято, 16.09.2020 17.05.13, Кузин А.И.		Греть на обшивке нагретых двигателей
199-0014 EX	14.09.2020	Принято, 16.09.2020 17.05.32, Кузин А.И.		Греть на ТЭВ, итератор, створки СОЭ
199-0015 EX	14.09.2020	Департамент Самов ВС, 08.10.2020 17.09.44, Уварова И.А.	На производстве	Отсутствие масляной пленки в джонках тронки БСГ1, БСГ2
199-0016 EX	14.09.2020	Принято, 16.09.2020 17.06.36, Кузин А.И.		Всплеск гидросистемы, стоп, стабилизатор, 30 проводки
199-0017 EX	14.09.2020	Департамент Самов ВС, 29.10.2020 20.13.05, Уварова И.А.	На производстве	Идентификация таблица не соответствует действительности
199-0018 EX	14.09.2020	Принято, 16.09.2020 17.05.55, Кузин А.И.		Идентификация таблица БСГ1, БСГ2, БСГ3 не соответствует действительности
199-0019 EX	14.09.2020	Департамент Самов ВС, 14.09.2020 22.22.08, Кузин А.И.		Отсут. технической приемки
199-0020 EX	14.09.2020	Борт Технического Контроля, 08.10.2020 20.43.07, Волков И.А.		Коррозия откоса створки на месте 30 системы нагнетания
199-0021 EX	14.09.2020	Департамент Самов ВС, 07.10.2020 18.04.17, Уварова И.А.		Участие сварки-сборки работ Шарельны на покрытии кармана на месте 1А

**Информационное табло ЦОС № 802 28.05.13**

95037 95036 95035 95034 95033 95031 95030 95029 95025 95009

1 платформа Россия 3  
2 платформа Россия 3  
3 платформа Россия 3  
4 платформа Россия 3  
5 платформа Россия 3  
6 платформа Россия 3  
7 платформа Россия 3  
8 платформа Россия 3  
9 платформа Россия 3  
10 платформа Россия 3

Россия 1 Россия 2 Россия 3  
Россия 1 Россия 2 Россия 3  
УК ЦСП УК ЦСП УК ЦСП  
ЦСП ЦСП ЦСП

**Проблема замечания**

№: 19929  
1.4.2 Система флюидов ECU, VOR, ARA, CPU, IAS, PC-119  
5.1.5 Система флюидов котельной системы нагрева и отвода  
5.1.6 Система флюидов котельной системы нагрева и отвода  
5.1.7 Система флюидов котельной системы нагрева и отвода  
5.1.8 Система флюидов котельной системы нагрева и отвода  
5.1.9 Система флюидов котельной системы нагрева и отвода  
5.1.10 Система флюидов котельной системы нагрева и отвода

Адрес: Гурьян Н. В. 08.05.2019 14:42  
Факт: останов производства Парировать  
Классификация: Категория: выработка / выработка

Классификация: Категория: выработка / выработка

Док. идентификация: ECU-100 IAS 4655 S 1 шт.

Участие комментариев (ЖК, ВСТ)

Управление SMS - отправление

Сопровождающий ИК Кашинцев Г. В.  
Назначение ИКТ Тараскина Е. В.  
Принятие уведомления на устранение и уведомление Савельев А. В.  
Диспетчерская служба для уведомлений Кашинцев М. А.

При фиксации в системе «РАПОРТ» производственное остановка система начинает автоматическую рассылку SMS-уведомлений подразделениям ответственным за его устранение и начинает отслеживать устранение остановка производства.

Содержание замечания: ВС не в полной мере соответствует «Требованиям и условиям» системы ВС, техническим средствам и оборудованию, обеспечивающим доступность ВС для пассажиров на месте и в джонках, отсуствует идентификация, выявленная Гидроком Миллера №235 от 02.08.2019г.

Комментарий к проблеме: В соответствии с письмом ИСА-41424/03 от 12.10.2020 ВС будет доработано в срок до 30.09.2022

Решение / Методы устранения: В соответствии с письмом ИСА-41424/03 от 12.10.2020 ВС будет доработано в срок до 30.09.2022

**Область применения:** промышленное машиностроение, нефтегазовая отрасль, энергетика, транспортные системы, крупные производственные комплексы.

**Назначение:** система «РАПОРТ» предназначена для формирования цифровых паспортов и цифровых двойников машин и технологического оборудования. Платформа обеспечивает сбор, обработку и анализ данных о состоянии оборудования в режиме реального времени с использованием математических моделей, методов машинного анализа и интеграции с промышленными информационными системами. Разработка позволяет формировать цифровые модели технических объектов, проводить анализ их состояния, прогнозировать возможные отказы и оптимизировать режимы эксплуатации оборудования.

## Основные функции системы:

- формирование цифрового паспорта изделия на протяжении всего жизненного цикла;
- мониторинг технического состояния оборудования;
- анализ эксплуатационных параметров;
- прогнозирование износа и отказов;
- интеграция с системами промышленной автоматизации и мониторинга;
- поддержка управления техническим обслуживанием и ремонтом.

## Преимущества:

- снижение затрат на эксплуатацию оборудования;
- повышение надежности и безопасности промышленных систем;
- переход к предиктивному обслуживанию оборудования;
- повышение эффективности производственных процессов;
- возможность интеграции с MES, SCADA и ERP системами.

Разработка основана на научных исследованиях ИМАШ РАН в области диагностики, моделирования и управления техническим состоянием машин и механизмов.

## Система визуализации процессов добычи нефти и газа

### Область применения:

нефтегазовая промышленность, геологоразведка, образовательные и научные центры, цифровые обучающие комплексы.

### Назначение:

для создания интерактивных трехмерных моделей процессов добычи нефти и газа, включая

геологические структуры, скважины, насосное оборудование и инфраструктуру месторождений. Система позволяет визуализировать технологические процессы разработки месторождений, включая бурение, добычу, транспортировку и подготовку углеводородного сырья. Технология может использоваться для научных исследований, инженерного анализа, подготовки специалистов и демонстрации технологических процессов.

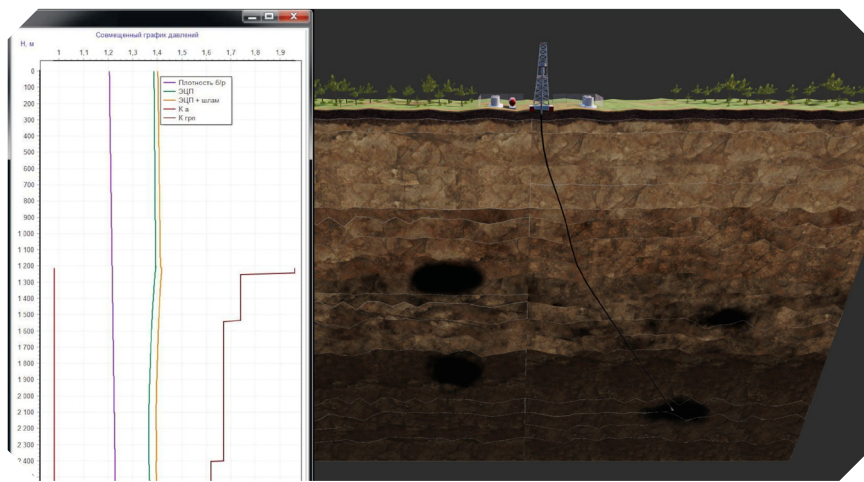
### Основные возможности:

- трехмерная визуализация геологических моделей месторождений;
- моделирование процессов бурения и эксплуатации скважин;
- отображение динамики добычи и параметров оборудования;
- интеграция с данными мониторинга и геологическими моделями;
- интерактивные обучающие сценарии.

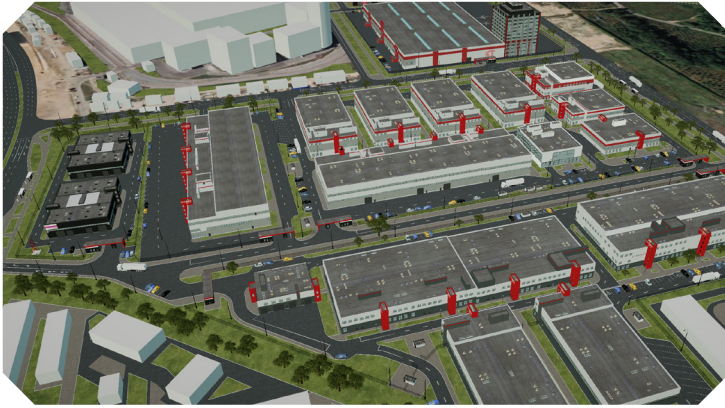
### Преимущества:

- повышение наглядности сложных технологических процессов;
- возможность анализа работы оборудования и скважин;
- применение в образовательных и исследовательских программах;
- использование для демонстрации промышленных технологий.

Разработка позволяет формировать комплексные цифровые представления технологических процессов добычи полезных ископаемых.



## Технология создания промышленных цифровых двойников



**Область применения:** машиностроение, энергетика, нефтегазовая отрасль, транспортные системы, высокотехнологичные производства.

**Назначение:** для создания цифровых двойников промышленного оборудования и производственных систем на основе математических моделей, данных мониторинга

и вычислительных методов анализа. Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель объекта, которая отражает его текущее состояние, эксплуатационные параметры и прогнозируемые изменения характеристик. Разработка позволяет моделировать поведение сложных технических систем, анализировать нагрузки и прогнозировать ресурс оборудования.

### Основные функции системы:

- создание виртуальных моделей технических объектов;
- интеграция с системами мониторинга и датчиками;
- моделирование процессов эксплуатации;
- прогнозирование технического состояния оборудования;
- анализ сценариев эксплуатации и оптимизация режимов работы.

### Преимущества:

- повышение надежности промышленного оборудования;
- снижение затрат на техническое обслуживание;
- оптимизация режимов эксплуатации;
- повышение эффективности управления производственными системами.

Использование цифровых двойников является одним из ключевых направлений развития современных технологий промышленной цифровизации и интеллектуального производства.

## Импрегнированный абразивный инструмент

**Область применения:** подшипниковая промышленность, автомобилестроение, авиационная и ракетно-космическая промышленность, тяжелое и энергетическое машиностроение, железнодорожное машиностроение и судостроение, тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, нефтегазовый комплекс, электротехническая и электронная промышленность, лесотехнический комплекс, прочие (ремонтные мастерские, автосервисы, личные хозяйства и др.).



**Назначение:** абразивный шлифовальный инструмент, поры которого заполнены веществами, увеличивающими его режущую способность и период стойкости.

### Преимущества:

- способствует лучшему охлаждению зоны резания и удалению стружки;
- снижение нормы брака на 30 %;
- повышение производительности труда и оборудования на 60 %;
- повышение качества обрабатываемой поверхности, уменьшение шероховатости;
- улучшение экологической ситуации на предприятии за счет возможности работать с СОЖ, которые не содержат минеральных масел.

## Производство изделий из износостойкой керамики

**Область применения:** машиностроение, станкостроение, предприятия Росатома, Роскосмоса, нефтехимическая промышленность.

**Назначение:** вставки в осевые и радиальные подшипники скольжения для работы в условиях абразивных сред (буровые, грязевые насосы), футеровочные элементы, диски истирательные для измельчительных устройств сверхтвердых материалов (карбид бора, карбид кремния); сопла, вставки, форсунки, эжекторы и т.п. различного типа для абразивоструйного оборудования, сопла для горной и нефтяной промышленности с высокой стойкостью в буровых растворах; футеровочные элементы для гидроциклонов; втулки, сопла регулирующих узлов; торцевые уплотнители и кольца; гидромониторные насадки для размыва горных пород и охлаждения в процессе бурения; теплоотводы для электронных приборов (для охлаждения электронных блоков и сборок из электронных компонентов).



### Преимущества:

- возможность изготовления изделий сложных форм без дальнейшей механической обработки;
- возможность изготовления изделий для оптических элементов. Превышение других конструкционных материалов по удельной жесткости, термической стабильности в 2,5 раза;
- возможность изготовления теплоотводов для СВЧ транзисторов. Превышение других конструкционных материалов по теплопроводности в 2-4 раза;
- возможность изготовления теплоотводов для систем термостабилизации. Превышение других конструкционных материалов по теплопроводности в 2-4 раза;
- возможность изготовления упорных подшипников. Снижение коэффициента трения в 2 раза;
- возможность изготовления элементов для мельниц. Превышение других конструкционных материалов по износостойкости в 8 раз;
- возможность изготовления подшипников качения. Уменьшение шероховатости трущихся поверхностей в 2,5 раза;
- возможность изготовления изделий сложных форм без изменения размеров и формы.

## Керамика для биологической защиты от тепловых нейтронов

**Область применения:** для постоянно растущего объема заказов корпорации «РОСАТОМ» на утилизацию отработанного ядерного топлива (ОЯТ) и других нужд данной корпорации остро стоит вопрос биологической защиты от тепловых нейтронов контейнеров, предназначенных для транспортировки и хранения данной продукции. Особую актуальность данному направлению придает расширение сотрудничества «РОСАТОМ» с зарубежными партнерами по которому «РОСАТОМ» обязан забирать отработанное ядерное топливо на переработку и хранение.

**Назначение:** с целью исключения радиационного заражения тепловыми нейтронами обслуживающего персонала при транспортировке контейнеров их облицовывают керамическими пластинами из карбида бора.



### Преимущества:

- основным критерием качества данного вида керамики является содержание общего бора на уровне не менее 60% от общей массы;
- традиционная технология производства пластин из карбида бора не обеспечивает выполнения главного критерия качества данного продукта.

## Техническая керамика на основе горячепрессованного нитрида бора

**Область применения:** в ракетно-космической и авиационной технике, машиностроении, стекольной промышленности, химической промышленности, энергетике, металлургии и в других отраслях промышленности.

**Назначение:** детали проточного тракта струйной системы, сепараторы высокоскоростных подшипников; лопатки газотурбинных двигателей; термостойкие детали керамических пресс-форм для прессования изделий из стекла; высокотемпературные теплообменники и рекуператоры; изоляторы; высокотемпературная обсадка.



**Преимущества:** высокотемпературная керамика на основе нитрида бора, имеющая высокую термостойкость и теплопроводность, низкий коэффициент линейного расширения, химическую стойкость к расплавам многих металлов, хорошую механическую обрабатываемость.

## Техническая керамика из горячепрессованного карбида бора

**Область применения:** машиностроение, станкостроение, предприятия Росатома, Роскосмоса, нефтехимическая промышленность.

**Назначение:** наша технология позволяет создавать элементы защиты реакторов на быстрых нейтронах, обеспечивающих ядерную и радиационную безопасность, техническая керамика обладающая низкой плотностью, беспористостью и высокими физико-механическими свойствами.

**Преимущества:** материал на основе карбида бора обладает рядом свойств: низкой плотностью и высокими показателями прочности и твердости, что является идеальным материалом для получения на их основе технической керамики в различных отраслях промышленности.



## Алмазный инструмент на принципиально новой органической связке

**Область применения:** машиностроение, станкостроение.

**Назначение:** шлифовка твердых сплавов, твердых композитных материалов.

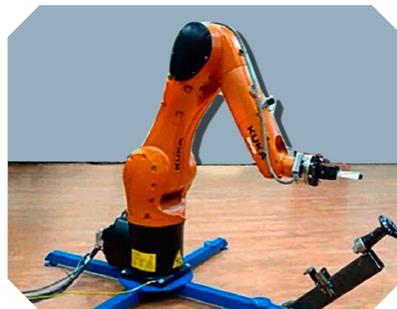
**Преимущества:** разработана принципиально новая органическая связка, которая обладает более близким к алмазу коэффициентом линейного термического расширения, существенно большей теплопроводностью, термостойкостью и механической прочностью. Кроме этого связка обладает высокой электропроводностью, экологической чистотой и обеспечивает существенное снижение коэффициента трения.



## Робототехнический комплекс финишной обработки сложнопрофильных поверхностей деталей ГТД

**Область применения:** машиностроение, авиационная промышленность, судостроение.

**Назначение:** финишная обработка сложнопрофильных деталей авиационных двигателей, наземных газотурбинных установок и др.



### Преимущества:

- исключение ручного труда при шлифовании и полировании пера лопаток;
- обеспечение точности обработки до 0,02 мм;
- наличие встроенной оптической системы контроля
- геометрических размеров и качества поверхности.