

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт машиноведения им. А. А. Благонравова  
Российской академии наук

**ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ:  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
(ВЫДЕРЖКИ ИЗ ПРЕДВЫБОРНОЙ ПЛАТФОРМЫ)**

**С. Ю. МИСЮРИН**

УДК ??

Мисюрин С. Ю.

Институт машиноведения: проблемы и перспективы (выдержки из предвыборной платформы). — М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. — 32 с.

??

© С. Ю. Мисюрин, 2015

© ФГБУН «ИМАШ РАН», 2015

# СОДЕРЖАНИЕ

Об авторе (краткая биографическая справка).....	5
Область научных интересов.....	8
Предисловие.....	8
Объекты исследования.....	11
Математическое моделирование.....	13
Примеры экспериментальных работ и внедрений.....	19
Научно-организационная работа в Институте .....	20
Общественная работа в РАН .....	22
Элементы Программы развития Института на 2015–2020 гг. ....	26
Позиционирование Института .....	26
Направления исследований .....	27
Кооперация с российскими и международными организациями .....	28
Кадровая и образовательная деятельность.....	29
Развитие технической базы исследований и разработок .....	30
Бюджет программы развития.....	30
Совершенствование системы управления Институтom.....	30



## ОБ АВТОРЕ (КРАТКАЯ БИОГРАФИЧЕСКАЯ СПРАВКА)

**Мисюрин Сергей Юрьевич**, 1962 года рождения, поступил в Московский Государственный университет им. М. В. Ломоносова в 1980 году. С 1983 по 1985 годы проходил воинскую службу в рядах Вооруженных Сил СССР в одной из горячих точек. Отслужив в Афганистане, успешно закончил в 1988 г механико-математический факультет МГУ по специальности «механика». Три года проработал инженером в научно-исследовательском институте авиационных систем, занимаясь научными исследованиями в области фильтрации сигналов, отождествления целей. В Институте машиноведения им. А. А. Благонравова работает с 1991 г. Прошел путь от аспиранта, научного сотрудника (1994–2005), заведующего лабораторией (2005 – до н.в.) до ученого секретаря Института (2005–2009) и заместителя директора Института по научной работе (с 2015).



В 1995 году защитил кандидатскую диссертацию по теме «Кинематический и кинетостатический анализ механизмов с особыми положениями», а в 2010 году за диссертацию на тему «Математическое моделирование и выбор параметров механизмов в комплексе с приводными системами», получил ученую степень доктора физико-математических наук.

Имеет большой опыт не только научной, но и научно-организационной и педагогической работы. Пять лет работал ученым секретарем Института, успешно совмещая эту работу с заведованием лабораторией.

Мисюрин С. Ю. — специалист в области синтеза плоских и пространственных механизмов, составляющих основу робототехнических (мехатронных) систем. Сфера его научных интересов весьма обширна — анализ и синтез плоских и пространственных механизмов, включая особые положения, выбор параметров мехатронных систем, состоящих из двигателя, блока управления и механизма, передающего движение. Сфера научной деятельности затрагивает такие дисциплины как:

- **теоретическая механика;**
- **теория машин и механизмов;**
- **теория управления;**
- **теория приводов;**
- **математическое моделирование;**
- **многокритериальная оптимизация.**

Им разработаны основы общей теории многокомпонентных механических систем (привод, блок управления, механизм передачи движения). Методы их анализа и синтеза базируются на использовании полной математической модели общего вида, сложность которой увеличивается в определенной последовательности по мере роста числа определяющих факторов, вводимых в процесс. Универсальность предложенного им подхода дает возможность решать задачи анализа и синтеза систем с двигателями различных типов (электрическими, гидравлическими, пневматическими и др.).

Работы Мисюрина С. Ю. позволяют повысить эксплуатационные характеристики мехатронных систем, придать им ряд принципиально новых свойств (массогабаритные характеристики, управляемость, точность позиционирования, свойство автономности) Им были разработаны новые типы приводов, решена задача кинематики механизма в окрестности особого положения.

Его работы неоднократно поддерживались многочисленными грантами Российского фонда фундаментальных исследований и Государственными контрактами Министерства образования и науки Российской Федерации. Мисюрин С. Ю. является лауреатом премии Фонда содействия отечественной науки. Он ведет активную преподавательскую деятельность, являясь научным руководителем ряда аспирантов, студентов (в том числе зарубежных, проходящих стажировку в Институте), работал доцентом на кафедре теоретической механики Института нефти и газа им. И. М. Губкина и в настоящее время работает профессором на кафедре прикладной механики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ».

Работая в должности ученого секретаря Института Мисюрин С. Ю. досконально изучил научные направления и разработки всех отделов Института, а так же уделял большое внимание кадровому резерву научных сотрудников, привлечению в ИМАШ молодых талантливых ученых. При его активном участии была возобновлена работа совета молодых ученых Института в 2000 г., организован регулярный научный семинар, ежегодно проводились (и проводятся в настоящее время) на базе ИМАШ РАН международные конференции молодых ученых и студентов, создан научно-образовательный центр (НОЦ) ИМАШ РАН. Следуя традиции Института, и, в частности, отдела И. И. Артоболевского, при его участии возродился и успешно работает научный семинар. Он — автор более 80 научных работ, 2-х патентов. Результаты его исследований широко известны как в России, так и за рубежом. Разработанные им методы широко используются в таких учреждениях как Московский авиационный институт, Институт прикладной физики РАН, Нижегородский государственный технический университет, ЗАО «НПФ Экспресс-измерения», форма НР и др.

Вместе с научной деятельностью, Мисюрин С. Ю. ведет активную общественную работу. С 2002 года он является ученым секретарем Комиссии РАН по работе с молодежью; принимает активное участие в работе Минобрнауки при разработке законодательных актов, нормативных документов и программ в области интеграции науки и высшего образования; является одним из инициаторов и организаторов создания совета молодых ученых при Президиуме РАН; ежегодно организует и проводит конкурс Российской академии наук на лучшую научную работу молодых ученых и студентов России.

**За успешную организационную работу многократно (8) получал благодарности Президиума РАН.**

# ОБЛАСТЬ НАУЧНЫХ ИНТЕРЕСОВ

## Предисловие

Для современного машиностроения характерны тенденции к повышению производительности машин (увеличению быстроходности, сокращению времени переходных процессов), росту их рабочих нагрузок, точности, экономичности и надежности. Удовлетворить наилучшим образом столь противоречивым требованиям можно только при тщательном анализе движений в машинах с учетом всех основных силовых факторов. Это входит в задачу динамики машин, которая составляет фундаментальную основу их проектирования. Увязка конструкторских разработок с последовательным решением задач динамики позволяет уже на стадии проектирования машины выбрать ее рациональную схему, оценить точностные, прочностные и энергетические характеристики и далее обоснованно выбрать размеры и материалы деталей, технологию их изготовления.

По результатам предварительных динамических исследований могут быть заранее предусмотрены специальные регулировочные, демпфирующие и разгружающие устройства, предназначенные для упрощения доводки, настройки машины, а также поддержания ее динамических характеристик в заданных пределах в процессе эксплуатации.

Таким образом, выбор структуры и параметров машины, основанный на тщательном анализе протекающих в ней динамических процессов, одновременно решает и проблему повышения надежности, уменьшения материалоемкости и габаритов машины, причем наиболее экономичным способом — только за счет правильного выбора схемы и параметров. Усложнение задач динамики машин предъявляет жесткие требования к расчетным процедурам, которые должны быть гибкими, наглядными и универсальными.

Для целей автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности находят широкое применение приводные устройства, *состоящие из двигателя, системы передачи движения на рабочий орган и системы управления*. К таким устройствам относятся и транспортирующие приводы, которые служат для перемещения и позиционирования объектов различного назначения. Транспортирующие приводы разных типов используются в автономном режиме или встраиваются в автоматизированное (в том числе роботизированное) технологическое оборудование. Двигатель транспортирующего привода может быть электрическим, гидравлическим, пневматическим или другого типа. Движение от двигателя на рабочий орган технологического оборудования передается пере-



даточным механизмом с постоянным или переменным передаточным отношением. Система управления — электронная, причем, в большинстве случаев ее структура примерно одинакова для двигателей всех типов, поскольку она зависит главным образом от принятого алгоритма управления. Отличие состоит в командах, формируемых системой управления, и видах управляющих воздействий, подаваемых на двигатель.

Синтез транспортирующего привода сводится к поиску структуры и параметров сложной динамической системы, состоящей из трех подсистем — *механизма, двигателя и системы управления*. Высокие показатели привода по производительности, точности, надежности и другим требованиям при минимальном энергопотреблении и малых габаритах можно обеспечить только при условии полного использования потенциальных возможностей всех взаимодействующих элементов привода. Ввиду огромного числа автоматизированных транспортирующих средств, используемых в различных отраслях промышленности, рациональный выбор их типа, структуры и параметров может дать значительный экономический эффект. Для решения задачи согласованного (сквозного) синтеза динамической системы, состоящей из нескольких взаимодействующих подсистем, разработана специальный метод который основан на *поэтапном математическом моделировании всей системы в целом*.

Большой вклад в решение проблем кинематики, динамики и синтеза плоских и пространственных механизмов был внесен такими учеными как П. Л. Чебышев, академиками И. И. Артоболовским, Н. Г. Бруевичем, а также профессорами В. А. Зиновьевым, Ф. М. Диментбергом, А. Ф. Крайневым, П. А. Лебедевым, G. J. Bennet'om, C. Gosselin, J. Angeles, K. J. Waldron, V. Parenti-Castelli, C. Innocenti и другими. Наряду с созданием графических и графоаналитических методов исследования и синтеза механизмов, они много внимания уделили развитию аналитических и, что не мало важно, численных методов исследования (в том числе на основе математического моделирования). Значение последних весьма велико, так как они дают возможность использовать современные вычислительные машины с программным управлением для решения практических задач.

В области теории приводов следует отметить работы Е. В. Герц, Г. В. Крейна, Е. А. Цухановой (Институт машиноведения РАН), Д. Н. Попова, В. М. Прокофьева (МВТУ им. Баумана), Б. И. Петрова, Н. С. Гамынина, А. В. Рабиновича, В. В. Саяпина (МАИ), Б. К. Чемоданова (МЭИ), а также зарубежных ученых W. Backe, В. Andersen, К. Araki, W. Frank, F. I. Takemura и многих других. Для современного состояния исследований в области управления механическими системами характерным является использование классического аппарата теории автоматического регулирования, ос-

нову которого составляют линейные (линеаризованные) аналоговые или дискретные модели постоянной структуры. При таком подходе затрудняется учет влияния многих весьма значимых нелинейностей, присутствующих в реальных устройствах, изменений структуры математической модели в течение одного и того же процесса. Для рассматриваемых в работе позиционных приводов, которые функционируют в переходных режимах, необходимо использовать достаточно развитые нелинейные динамические модели и соответствующие системы управления. Оптимизация систем управления достигается за счет перехода к наиболее эффективным алгоритмам управления, цифровым системам с рациональной дискретизацией сигналов управления, использования цифровых моделей наблюдателей (в целях сокращения количества датчиков в обратных связях) и других факторов.

Используя все указанные достижения, С. Ю. Мисюриным, был разработан принцип синтеза мехатронной системы «механизм–двигатель–управление», базирующийся на исследовании ряда математических моделей нарастания сложности с учетом основных свойств одновременно каждой из подсистем.

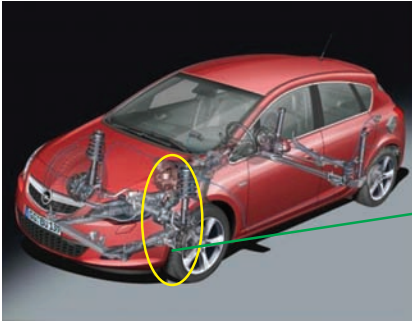
Трудности решения задачи синтеза начинаются с самого начала построения математической модели позиционного привода, формируемой из отдельных моделей, входящих в привод подсистем, причем, при построении модели каждой из подсистем возникают свои проблемы. Если структуру передаточного механизма, тип двигателя (электрический, гидравлический, пневматический) и структуру системы управления выбирать предварительно, то синтез сведется к анализу динамики привода при различных комбинациях параметров его подсистем, т. е. к процессу перебора. В работах Мисюрина С. Ю. предлагается свести перебор к минимуму за счет нарастания сложности базовой математической модели всей системы.

*Данный метод был разработан в диссертационной работе автора и отмечен при защите как принципиально новый, имеющий большие перспективы. В этом методе удачно сочетаются следующие дисциплины: теоретическая механика, теория машин и механизмов, теория управления, теория приводов, математическое моделирование, методы многокритериальной оптимизации.*

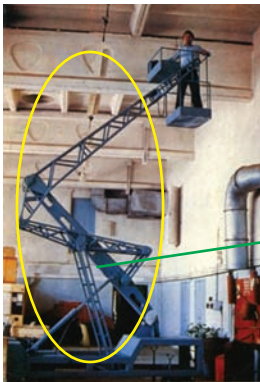
### Объекты исследований:

Плоские и пространственные механизмы, приводимые в движение системой приводов. Например:

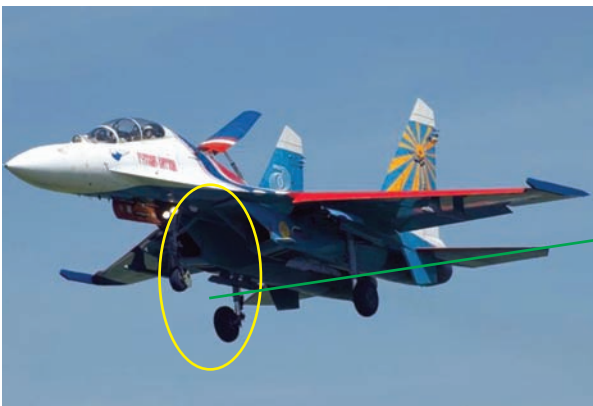
- подвески автомобилей



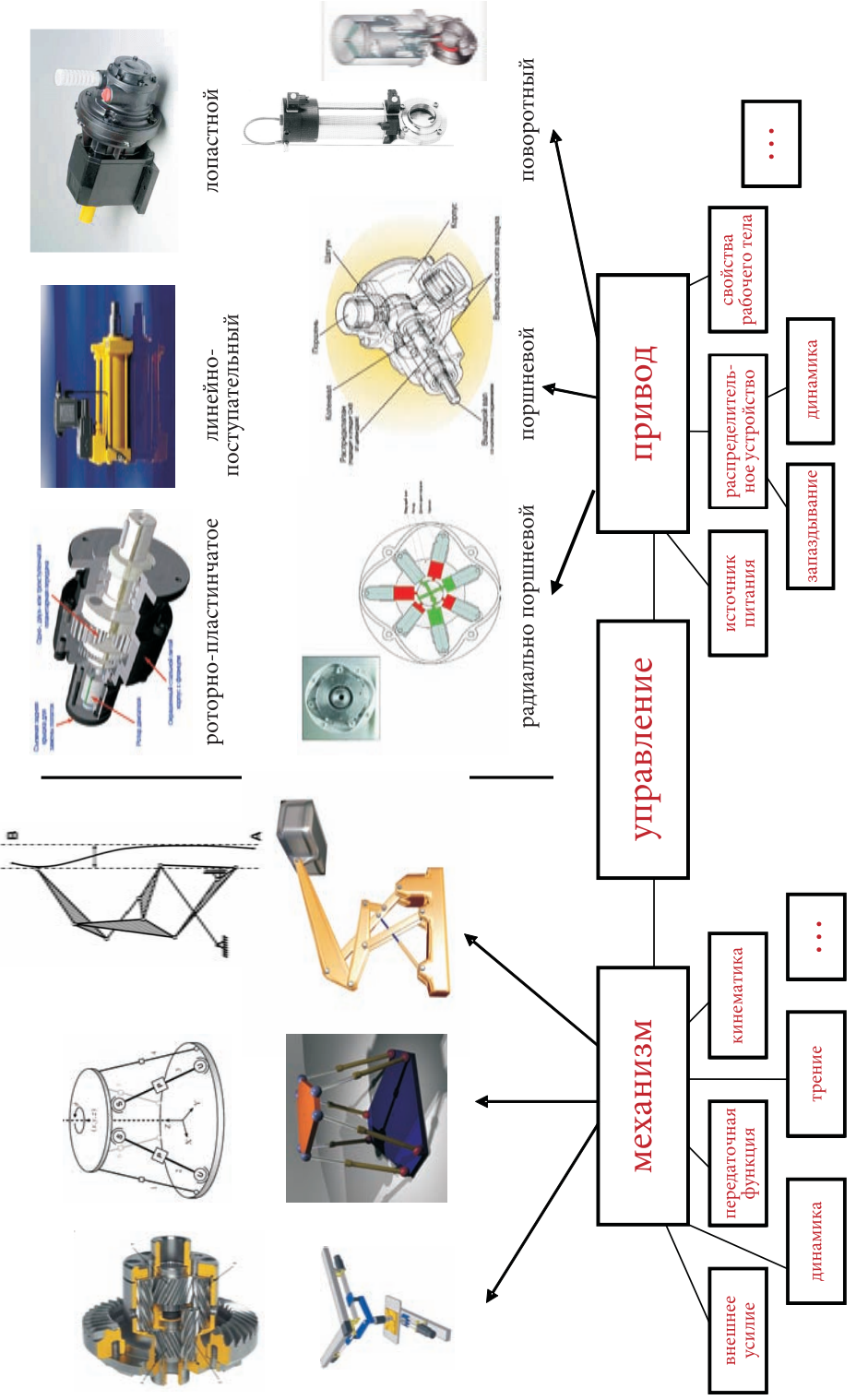
- подъемные устройства



- шасси самолета



Теория многокомпонентных мехатронных систем: двигатель, блок управления, механизм передачи движения.  
 Методы анализа и синтеза на основе полной математической модели, сложность которой растет по мере включения новых определяющих факторов



## Математическое моделирование

Расчетная схема и математическая модель радиально-поршневого пневмомотора:

Схема радиально-поршневого пневмомотора

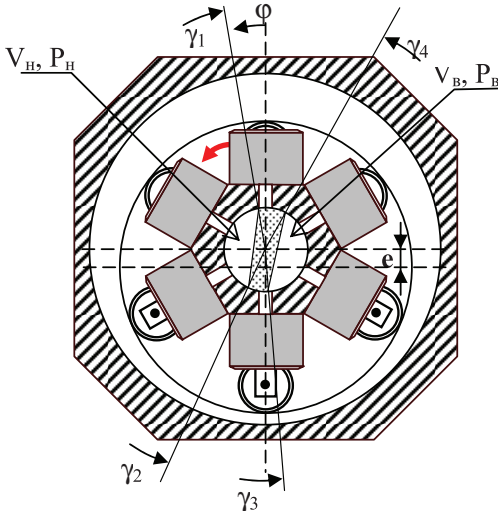
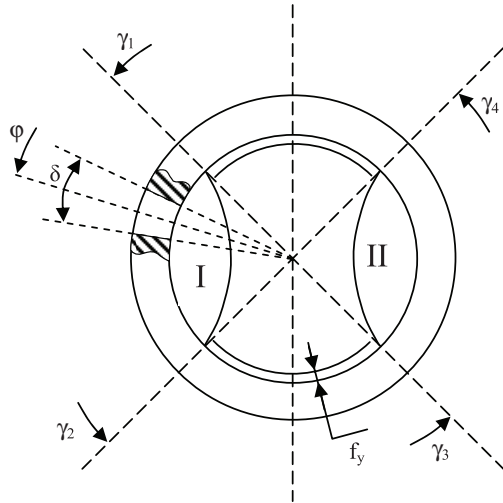


Схема работы золотника



Уравнения, описывающие процесс изменения давления в рабочих полостях ПМ

$$\frac{dp_i}{dt} = \frac{kR}{V_i} \left[ T_m G_i^+ - T_i G_i^- - \frac{k-1}{kR^2 T_i} p_i \alpha F(x) (T_i - T_c) \right] - \frac{p_i}{V_i} \frac{dV_i}{dt}$$

Уравнения, описывающие процесс изменения температуры в рабочих полостях ПМ

$$\frac{dT_i}{dt} = \frac{T_i}{V_i} \frac{dV_i}{dt} + \frac{T_i}{p_i} \frac{dp_i}{dt} - \frac{RT_i^2}{p_i V_i} (G_i^+ - G_i^-)$$

$G$  — расход сжатого воздуха, определяемый соотношением Сен-Венана.

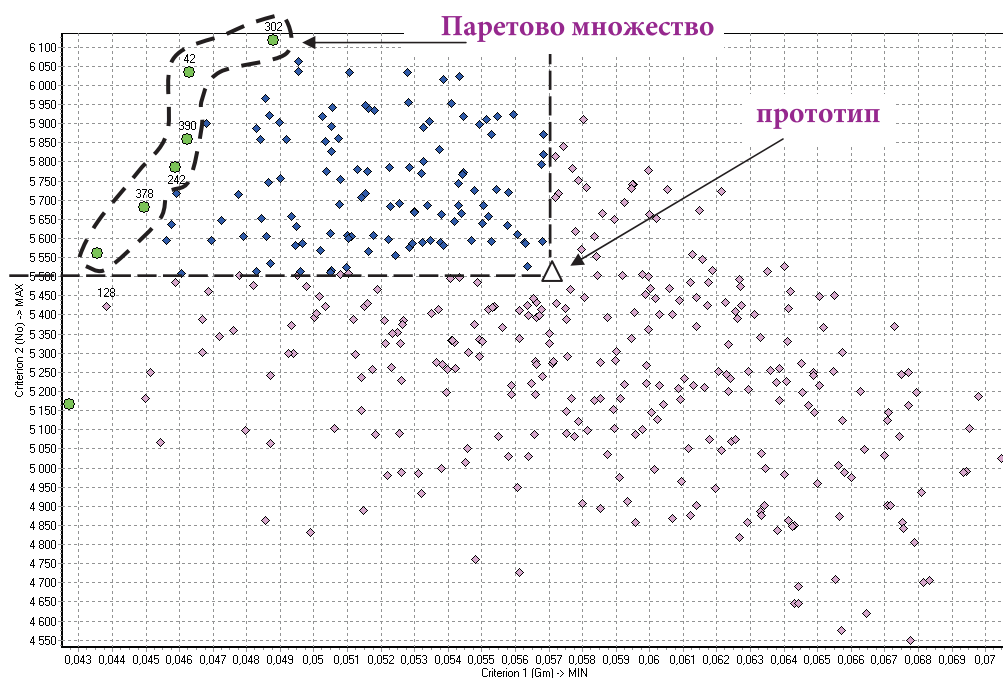
Уравнения, движения блока цилиндров и кинематические соотношения

$$I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \sum_{i=1}^z p_i F_p e \sin \varphi_i \left( 1 - \frac{e}{R_c} \cos \varphi_i \right) - c \frac{d\varphi}{dt} - M_i \operatorname{sign} \left( \frac{d\varphi}{dt} \right) - M_c$$

$$\text{где } \varphi_i = \varphi_0 + \frac{2\pi}{z} (i-1), V_i = V_0 + F_p e (1 - \cos \varphi_i), \frac{dV_i}{dt} = F_p e \sin \varphi_i$$

*Сложность математической модели выбирается в зависимости от поставленной задачи. При этом, надо иметь в виду, чем полнее расчетная схема (математическая модель) отображает действительные свойства системы, тем точнее расчетные динамические характеристики будут соответствовать реальным. Однако необоснованное усложнение расчетных схем приводит к математическим моделям (в данном случае модели механизм–двигатель–управление), описываемым системами уравнений столь высокого порядка, что их решение может оказаться затруднительным даже с помощью ЭВМ, а главное, обилие получаемых при этом результатов сделает невозможным их наглядное представление и лишит их практической ценности. Поэтому строить модели следует по нарастающей степени сложности, переходя от моделей низших уровней в более высоким. Бывают случаи, когда на начальном этапе мы получаем в качестве результата невозможность достичь поставленных значений в рамках тех допущений и ограничений, которые были приняты изначально.*

Оптимизация параметров мехатронной системы осуществляется на основе исследования Паретова множества решений.



**Оптимальность по Парето** — такое состояние некоторой системы, при котором значение каждого частного показателя (критерия оптимизации), характеризующего систему, не может быть улучшено без ухудшения других.

Другим примером может служить 5-рычажная подвеска, изображенная на рисунке. Система координат  $Oxyz$  связана с корпусом автомобиля, а ее начало помещено в центре колеса в конструктивном положении (нулевой ход колеса). Так что координаты креплений  $A_0, B_0, C_0, D_0$  и  $F_0$  подвески к корпусу автомобиля фиксированы. Все 5 рычагов имеют постоянные длины. Ось вращения  $ON$  колеса и носитель колеса (подвижная платформа)  $ABCD$  считаются одним твердым телом. Точка  $E$  — точка контакт колеса с поверхностью дороги. Эта система имеет 1 степень свободы, задаваемую вертикальной координатой  $z_O = s$  (ход подвески) центра колеса  $O$ .

Процедура следования по траектории требует решения прямой задачи кинематики: по заданному ходу  $s$  найти положение механизма подвески, т. е. координаты точек  $O, E, N, A, B, C, D$  и  $F$ . При этом достаточно найти координаты точек  $O, A, B, C, D, F$ , а затем независимо вычислить координаты точек  $E$  и  $N$ . Таким образом, необходимо найти 17 неизвестных координат, решая систему из 17 нелинейных ограничений:

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{1}{2} ((x_A - x_{A0})^2 + (y_A - y_{A0})^2 + (z_A - z_{A0})^2 - |A_0A|) = 0; \\ f_2 &= \frac{1}{2} ((x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2 - |AB|) = 0; \end{aligned}$$

.....

$$\begin{aligned} f_{16} &= \frac{1}{2} ((x_O - x_B)^2 + (y_O - y_B)^2 + (z_O - z_B)^2 - |BO|) = 0; \\ f_{17} &= \frac{1}{2} ((x_O - x_C)^2 + (y_O - y_C)^2 + (z_O - z_C)^2 - |CO|) = 0. \end{aligned}$$

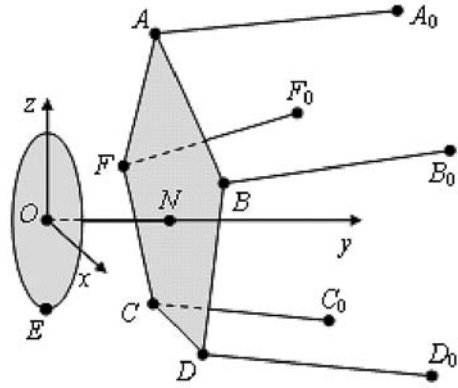
Эта система решается численно с помощью многомерного метода Ньютона. В качестве начального приближения  $x^0 = (x_1^0, \dots, x_{17}^0)$  используется предыдущее положение механизма на траектории. Каждое следующее приближение  $x^{k+1}$  находится путем решения уже линейной системы алгебраических уравнений (СЛАУ):

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{17} J_{1i}(\bar{x}^k) z_i = -f_1(\bar{x}^k) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^{17} J_{17i}(\bar{x}^k) z_i = -f_{17}(\bar{x}^k) \end{cases}$$

где  $J_j(\bar{x}^k) = \frac{\partial f_j(\bar{x}^k)}{\partial x_i^k}$ ,  $i, j = 1, \dots, 17$  — элементы матрицы Якоби системы (1).

Обозначим через  $J'_{11}, J'_{12}, J'_{13}, \dots, J'_{17}$  частные производные функции  $f_i$  по координатам той точки, которая указана второй в соответствующих отрезках.

$$\text{Например, для } i = 2: J'_{21} = \frac{\partial f_2}{\partial x_B} = x_B - x_A, J'_{22} = \frac{\partial f_2}{\partial y_B} = y_B - y_A, J'_{23} = \frac{\partial f_2}{\partial z_B} = z_B - z_A,$$



Тогда  $17 \times 17$  матрица  $J$  СЛАУ (2) будет определяться всего  $17 \times 3$  числами. Приведем только часть этой матрицы:

$$J = \begin{bmatrix} J'_{11} & J'_{12} & J'_{13} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ -J'_{21} & -J'_{22} & -J'_{23} & J'_{21} & J'_{22} & J'_{23} & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & J'_{31} & J'_{32} & J'_{33} & 0 & 0 & 0 & \dots \\ -J'_{41} & -J'_{42} & -J'_{43} & 0 & 0 & 0 & J'_{41} & J'_{42} & J'_{43} & \dots \\ 0 & 0 & 0 & -J'_{51} & -J'_{52} & -J'_{53} & J'_{51} & J'_{52} & J'_{53} & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & J'_{61} & J'_{62} & J'_{63} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix}$$

Для решения СЛАУ используется метод Гаусса с выделением главного элемента по столбцу. Решением СЛАУ (2) является вектор приращений  $z$ , позволяющий получить приближение на следующей итерации метода Ньютона:

$$\vec{x}^{k+1} = \vec{x}^k + \vec{z}$$

Итерационный алгоритм завершается, когда погрешность не превосходит заданное малое число, или достигнуто максимальное число итераций.

**Оптимизируемые характеристики подвески.**

Развал  $\gamma$  применяется для улучшения бокового сцепления колес с поверхностью при прохождении поворотов. Наилучшая зависимость угла развала от хода подвески следующая: при ходе сжатия  $s_1$  угол развала должен быть как можно меньше, а при ходе отбоя  $s_2$  как можно больше:

$$K_1 = \gamma(s_2) - \gamma(s_1) \rightarrow \max.$$

При положительном схождении  $\delta$  на колеса во время движения действуют стабилизирующие боковые силы. При этом для устойчивости желатель-



ным является как можно меньшее изменение угла схождения:

$$K_2 = \Delta\delta \rightarrow \min.$$

Символом  $\Delta$  обозначается разность между максимальным и минимальным значениями соответствующей величины на всем диапазоне хода подвески.

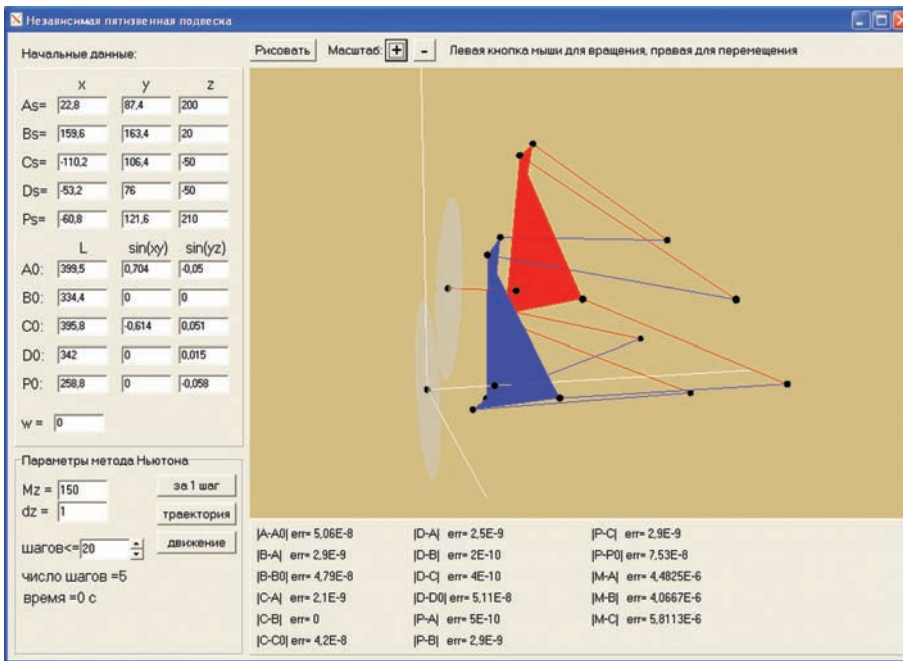
База  $L$  и колея  $b$  колес влияют на маневренность, курсовую устойчивость, проходимость. Минимальные изменения колеи (поперечное смещение), базы (продольное смещение), а также угла схождения способствуют не только лучшей управляемости, но и меньшему износу шин:

$$K_3 = \Delta b \rightarrow \min, \quad K_4 = \Delta L \rightarrow \min.$$

Данные характеристики могут быть выражены следующим образом:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{z_N - z_O}{\sqrt{(x_N - x_O)^2 + (y_N - y_O)^2}}, \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{x_N - x_O}{y_N - y_O}, \quad b = y_E, \quad L = x_E.$$

При синтезе используется визуализация решений.

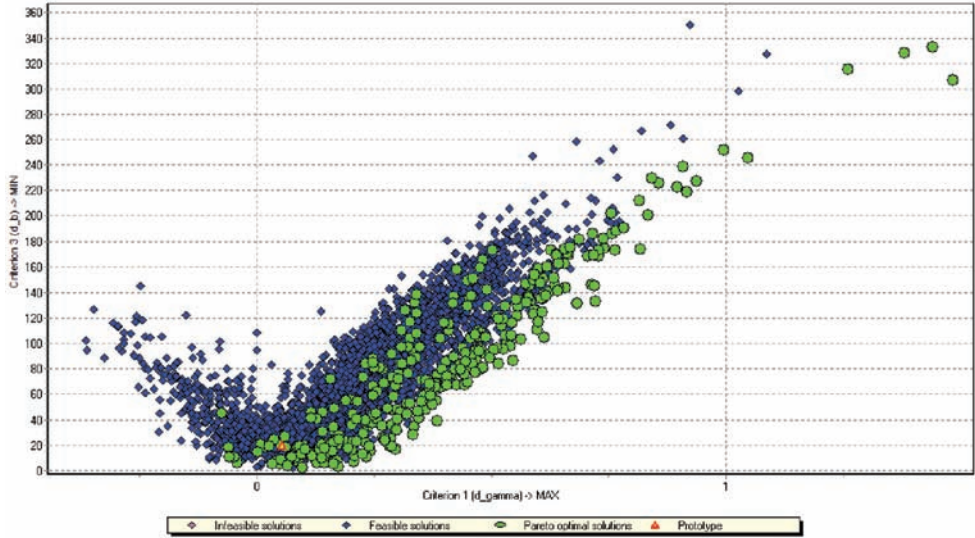


Критерии оптимизации:

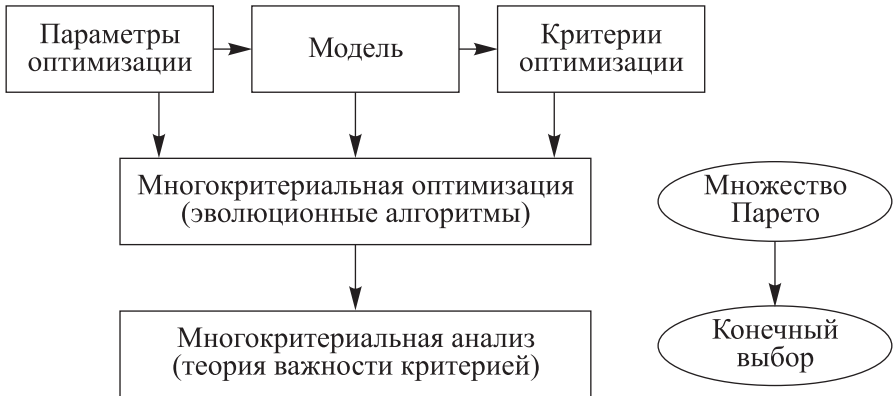
- Управляемость
- Маневренность (поворачиваемость):  $L \rightarrow \min$ ,  $\alpha(s_2) - \alpha(s_1) \rightarrow \max$
- Устойчивость (уменьшение кренов, заносов):  $L \rightarrow \max$ ,  $c \rightarrow \max$ ,  $\Delta\epsilon \rightarrow \min$ ,  $y_{B0} - y_B \rightarrow \max$
- Сцепление с покрытием  $c \rightarrow \max$
- Прочность, износ:  $\Delta\epsilon \rightarrow \min$ ,  $s_1 \rightarrow \min$ ,  $s_1 \rightarrow \min$ ,  $s_1 \rightarrow \min$

- Плавность хода (комфорт):  $L \rightarrow \max, c \rightarrow \min, s_1 \rightarrow \max$
- Проходимость:  $c \rightarrow \min, c \rightarrow \min, s_1 \rightarrow \max$

В пространстве двух характеристик изображены допустимые решения. По горизонтали  $K_1 = \gamma(s_2) - \gamma(s_1) \rightarrow \max$ , по вертикали  $K_2 = \Delta\delta \rightarrow \min$ . Зеленым выделены эффективные по Парето решения.



Для рассматриваемого типа задач, как правило, нельзя построить аналитические зависимости характеристик от параметров. Помимо этого, существует проблема попадания в локальные минимумы. Поэтому стандартные градиентные методы оптимизации здесь не применимы. Среди глобальных, не градиентных методов оптимизации используют метод равномерного покрытия пространства параметров (Parameter Space Investigation, реализованный в MOVI), эволюционные алгоритмы (генетические алгоритмы, метод роя частиц — Particle Swarm Optimization), метод имитации отжига (Simulated Annealing) и другие.



## Примеры экспериментальных работ и внедрений

д.ф.-м.н. Мисюрин С.Ю.

Научные результаты :

ИМАШ РАН

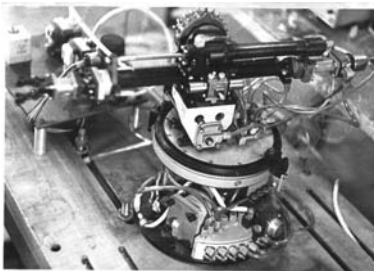
### Позиционный и следящий пневмопривод для промышленных роботов

Основная проблема:

- низкая точность позиционирования
- запаздывание при отработке заданного закона движения

Реализация продемонстрирована на промышленном роботе Ритм-01, точность позиционирования составила  $\pm 0,1$ мм

Использование модели-наблюдателя в системе управления пневмоприводом позволило обеспечить натяжение бумажной ленты в печатной машине NUR Expredo 3200 (HP) с относительной погрешностью 0,5%.



д.ф.-м.н. Мисюрин С.Ю.

Научные результаты :

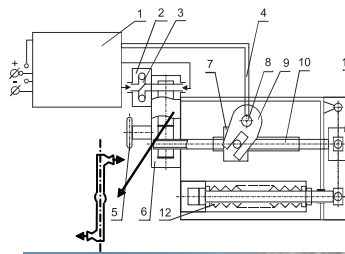
ИМАШ РАН

### Привод для шаровых кранов ПСДС - 4

Основная проблема:

– Высокооборотный струйный привод обладает большой инерционностью на выходном валу.

- 1 – устройство управления;
- 2 – струйный двигатель;
- 3 – ротор струйного двигателя;
- 4 – валик устройства управления;
- 5 – ручной дублер;
- 6 – редуктор;
- 7 – ходовая гайка;
- 8 – выходной вал привода;
- 9 – кулиса;
- 10 – ходовой винт;
- 11 – рычаг;
- 12 – тарельчатые пружины.

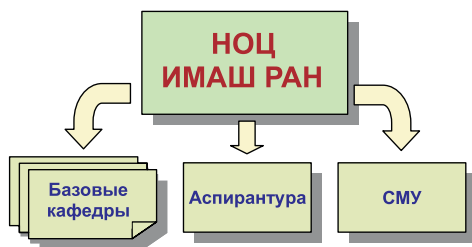


# НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РАБОТА В ИНСТИТУТЕ

Работая в должности ученого секретаря Института, Мисюрин С. Ю. уделял большое внимание научной и организационной работе Института; развитию кадрового потенциала, привлечению в ИМАШ РАН молодых талантливых ученых; вовлечению научных сотрудников Института в научно-организационную деятельность различных министерств и ведомств России.

Помимо основной деятельности ученого секретаря Института он руководил многими другими важнейшими видами деятельности.

- **СМУ ИМАШ РАН.** В постперестроечное время восстановил работу совета молодых ученых ИМАШ РАН. Был первым председателем СМУ ИМАШ РАН. Совет молодых ученых успешно функционирует и принимает активное участие в общественной и научно-организационной работе Института.
- **НОЦ ИМАШ РАН.** Был одним из инициаторов создания неструктурного научно-образовательного центра (НОЦ) Института, проводил работу по организации базовых кафедр с ведущими вузами Москвы.
- **Интернет в Институте.** Руководил проведением волоконно-оптической линии, и в результате — обеспечены Интернетом все сотрудники по адресу Малый Харитоньевский пер., д. 4.
- **ФЗ-94.** Организовал работу по закупке оборудования и заключению договоров в соответствии с федеральным законом № 94. Долгое время (2006–2012 гг.) являлся председателем комиссии по торгам ИМАШ РАН;
- **Конференции молодых ученых.** Активно участвовал в организации на базе ИМАШ РАН ежегодной международной конференции молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения (МИКМУС). На фото проведение конференции 2005 года.



- **Экспертиза научных работ.** Организовал на базе ИМАШ РАН масштабную (более 2000 проектов) экспертизу научных проектов по техническим специальностям федерально-целевой программы России «Научный потенциал высшей школы». К этой работе были привлечены все отделения Института, было задействовано около 100 научных работников, докторов и кандидатов наук.
- **Общественная палата.** По поручению директора Института принимал активное участие в организации первого съезда Общественной палаты России. На фото открытие 1-го заседания Общественной палаты. По аналогии с Думой — первое заседание открывает старейший член палаты академик К. В. Фролов.
- **Жилье для молодых ученых ИМАШ РАН.** Являясь одним из разработчиков межведомственной программы «Жилье для молодых ученых» и программы по выделению субсидий для приобретения доступного жилья, Мисюрин С. Ю. отслеживал ситуацию с жилищными вопросами молодых ученых ИМАШ. В процентном отношении Институт машиноведения получил наибольшее число квартир и субсидий по отношению к другим институтам отделения.

## ОБЩЕСТВЕННАЯ РАБОТА В РАН

Вместе с научной деятельностью, Мисюрин С. Ю. ведет активную научно-общественную работу. С 2002 года он является ученым секретарем Комиссии РАН по работе с молодежью; принимает активное участие в работе Минобрнауки и других министерств при разработке законодательных актов, нормативных документов и программ. В частности:

- **Конкурс молодых ученых России.** Организация и проведение ежегодного конкурса на получение медалей Российской академии наук с премиями для молодых ученых РАН, других учреждений, организаций России и для студентов высших учебных заведений России.

В России этот конкурс является наиболее престижным и значимым для молодых ученых. Многие академики, член-корреспонденты РАН, заслуженные ученые России в начале своей научной деятельности были лауреатами Конкурса молодых ученых. Примером может служить министр Минобрнауки России Д. В. Ливанов.



Вице-президент РАН, академик В. В. Козлов поздравляет победителей



На церемонии награждения (слева направо: председатель СМУ РАН А. Л. Котельников, ученый секретарь Комиссии РАН по работе с молодежью С. Ю. Мисюрин, Вице-президент РАН, академик В. В. Козлов)

- **Поддержка молодых ученых РАН.** Обеспечение работы программы Президиума РАН «Поддержка молодых ученых». В рамках этой программы были реализованы следующие основные мероприятия:
  - финансирование молодых ученых, работающих по программе «Привлечение молодых ученых к работе в научных организациях Российской академии наук» (по центральной части РАН). По этой программе было привлечено к работе в системе РАН более

2000 молодых ученых. Это направление способствовало созданию в Институтах РАН научно образовательных центров (НОЦ), а так же поддерживало работу базовых кафедр, организованных в Институтах РАН, в структуре НОЦ.

- поддержка деятельности Учреждений РАН по привлечению талантливой молодежи к научной работе (преимущественно по работе НОЦ). Ежегодно получали дополнительное финансирование около 200 научных организаций РАН;
- поддержка проведения научных школ (конференций) РАН для молодых ученых. Ежегодно, получали финансовую поддержку более 150 школ и конференций молодых ученых РАН.



Конференция молодых ученых  
в ИМАШ РАН

- **Федерально-целевые программы (ФЦП).** Организация работ по подготовке и выполнению федеральных целевых программ:
  - «Научный потенциал высшей школы»;
  - «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития России»;
  - «Научно-педагогические кадры инновационной России».
- **Встреча с президентом России.** Организация встречи молодых ученых РАН с президентом России Д. А. Медведевым (2011 год). По результатам встречи было выделено дополнительное финансирование на приобретение жилья молодым ученым, а так же дополнительно 1000 ставок для приема молодых ученых на работу в организации РАН. На фото: председатель совета молодых ученых РАН В. А. Мысина, президент России Д. А. Медведев в здании президиума РАН.



- **Жилье для молодых ученых.** Участие в работе комиссии созданной при Минрегионразвитии России по вопросу программы «Жилье для молодых ученых». Принимал активное участие при разработке нормативных документов программы. В результате работы было принято решение о выделении субсидий молодым ученым для приобретения жилья.
- **Жилищные кооперативы.** Организация разработки нормативных документов по программе «жилищные кооперативы для научных работников». Данная программа принята, находится в стадии реализации. На фото: Вице-президент РАН академик В. В. Козлов и генеральный директор Федерального фонда содействия развитию жилищного строительства России А. А. Браверман обсуждают детали программы.



- **Совет молодых ученых РАН.** Создание Совета молодых ученых при Президиуме РАН. Организация и проведение I-го съезда молодых ученых РАН. На фото: открытие I-го съезда молодых ученых РАН. Открывает Вице-президент РАН академик С. М. Алдошин. В президиуме (слева направо) чл.-корр. РАН Н. К. Янковский, председатель СМУ РАН В. А. Мысина, чл.-корр. РАН С. А. Никитов, д.ф.-м.н. С. Ю. Мисюрин.



В настоящее время Совет молодых ученых при Президиуме РАН активно функционирует. Его председателем является сотрудник ОИВТ РАН к.т.н. А. Л. Котельников. Члены Совета активно взаимодействуют с ФАНО России, Минобрнауки России, Государственной Думой входят в Совет по науке при Президенте России. На фото заседание СМУ РАН.





- **Экспертиза школьных учебников.** По инициативе Вице-президента РАН академика В. В. Козлова и Комиссии РАН по работе с молодежью была проведена работа с Минобрнаукой России по разработке нормативных документов с целью стандартизации учебников для школ России. В настоящее время все учебники должны иметь гриф «одобрено РАН». Это позволило упорядочить рынок школьных учебников. Экспертизу проводят заслуженные ученые России, члены-корреспонденты РАН, академики.
- **Премия Москвы для молодых ученых.** Комиссия РАН по работе с молодежью активно сотрудничает с департаментом науки и образования Правительства Москвы. В результате этого сотрудничества была организована ежегодная Премия Правительства Москвы для молодых ученых. В настоящее время, активное участие в экспертизе проектов указанной Премии проводит Совет молодых ученых при Президиуме РАН.
- **И многое другое...**

# ЭЛЕМЕНТЫ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ИНСТИТУТА НА 2015–2020 ГГ. (LETTER ON INTENTS)

## Позиционирование Института

**Машиноведение** — это наука, развивающаяся на стыке математики, теоретической механики, физики, химии, биологии и др. фундаментальных наук.

**Институт машиноведения** является центром фундаментальной науки о машинах в составе РАН, центром разработки научных основ **машин будущего**.

Институт машиноведения, созданный в 1938 г. как центр фундаментальной науки в области машиностроения при АН СССР, внес большой вклад в науку и практику в довоенные, военные и послевоенные годы. Для Института был характерен большой объем заказов от ВПК, крупных и средних заводов России, которые успешно выполнялись. К сожалению, за годы перестройки и последующие годы значительная часть промышленности была утрачена, резко снизился спрос на научные разработки. **Развитие экономики РФ на ближайшие годы определяется рядом важных тенденций, среди которых отказ от сырьевой направленности, ускоренное развитие обрабатывающей промышленности (машиностроения, станкостроения, авиастроения и др.), импортозамещение.** Решению



Академик Е. А. Чудаков у испытательного стенда  
автомобильных двигателей

поставленных задач мешает отсутствие опытных научно-исследовательских и проектных организаций, обоснованных планов развития промышленности на ближайшие годы, отсутствие спроса промышленности на новые технические решения и разработки, опытных научно-инженерных кадров. В этих условиях такие организации, как Институт машиноведения, занимают особое место.

Первоочередными задачами, стоящими перед РФ, являются теперь развитие перерабатывающей, металлургической и других отраслей, восстановление связи между промышленностью и научными организациями, построение системы научного взаимодействия, переход на новые технологии, переоснащение предприятий новым оборудованием, рациональное решение проблемы импортозамещения, используя возможности и заделы, имеющиеся в промышленности.

В решение этих задач Институт машиноведения может внести достаточно весомый вклад. Он способен выступить не только экспертом по приобретению нового более эффективного оборудования, но и принять участие в его разработке, а также в модернизации старого. Институт может инициировать создание новых станков, агрегатов, робототехнических комплексов, способствуя развитию станкостроения в России.

## Направления исследований

На протяжении своего существования Институт **неоднократно был инициатором новых направлений исследований, выбираемых** в зависимости от мировых тенденций в науке и от потребностей отечественной промышленности. **В настоящее время** в Институте существуют следующие характерные для современного машиностроения **базовые направления:**

- робототехника, автоматизированные технологические комплексы, сложные интеллектуальные системы и их элементы;
- механика и особенности производства, использования и внедрения композитных (угле-, стекло-, органо-пластиков), а также наноструктурных материалов;
- теория трения, износа, смазки узлов машин и другого оборудования (трибология);
- методы снижения шумовых и вибрационных воздействий окружающей среды на человека-оператора, вибрационная биомеханика в системах «человек–машина–среда»;
- прочность, надежность, ресурс и живучесть базовых промышленных объектов — атомных станций, трубопроводов, энергетического оборудования, транспортных, авиационных и космических систем;



Роторный экскаватор (совместные исследования и разработки ПО «Уралмаш», ПО «Ижорский завод», СО РАН, СИБЭРА, ИМАШ РАН)

- нелинейная волновая механика в технологиях: машиностроения, нефтехимии, нефтепереработки, получения наноматериалов, строительства.

*Все указанные выше направления исследований сохраняют свою актуальность и на современном этапе развития, как мировой, так и отечественной науки, однако возникают проблемы ближайшего, среднесрочного и перспективного планирования с учетом современного состояния мировой экономики и, в первую очередь, экономики РФ. При этом следует учитывать разработанные ранее «Приоритетные направления» и «Критические технологии развития науки России».*

### **Кооперация с российскими и международными организациями**

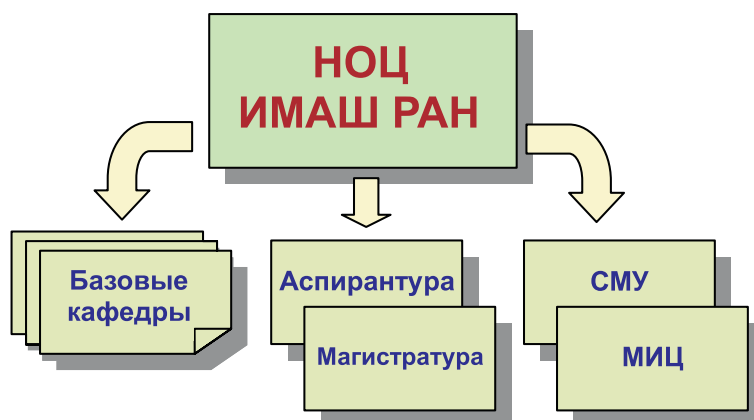
Разрушенная система связей академической, отраслевой и ВУЗовской науки, падение спроса на научные разработки со стороны промышленности являются главным тормозом развития науки и внедрения ее разработок в народное хозяйство. В качестве первого шага следует установить более тесные связи с бывшими филиалами Института, расположенными в Санкт-Петербурге, Саратове, Нижнем Новгороде. Необходимо проанализировать состав сторонних организаций, с которыми ведется совместная работа в настоящее время, и разработать процедуру установления новых контактов с базовыми научными и промышленными коллективами РФ, с университетами федерального значения. В частности речь может идти о стратегическом партнерстве со Сколково, где сосредоточены основные инновационные разработки России.

Для Института машиноведения всегда были характерны развитые связи с международными организациями. Будут приняты меры для возобновления и усиления этих связей, несмотря на введенные Западом санкции. Совместно с МОН сформировать условия для приема в ИМАШ РАН постдоков из других стран.

## Кадровая и образовательная деятельность

Одним из наиболее сложных вопросов в настоящее время является приток в Институт молодых ученых. Для решения этой проблемы в структуре Института необходимо создать **образовательный отдел**, состоящий из аспирантуры, докторантуры и базовых кафедр ведущих ВУЗов России (МГУ, МИФИ, МФТИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, МГИУ «МАМИ», МИСИ, Станкин и др.). Целесообразно организовать *образовательные курсы по «магистратуре»*. Это позволит принимать студентов непосредственно в ИМАШ РАН. Вопрос омоложения кадрового состава можно решить, опираясь на знания и опыт ведущих сотрудников Института.

Научные кадры, сохранившиеся в Институте (профессора, доктора и кандидаты наук — представители научных школ), могут на определенных этапах помочь преодолеть нехватку молодых ученых. В Институте на протяжении длительного времени функционирует молодёжный коллектив, объединённый советом молодых учёных ИМАШ, который тесно сотрудничает с Советом молодых ученых при Президиуме РАН. Проводятся ежегодные молодежные конференции МИКМУС, работает ежемесячный научный семинар молодых ученых и студентов по техническим наукам. Предлагается проект создания **молодежного инженерингового центра (МИЦ)** по техническим наукам при ИМАШ РАН, задачей которого будет координация работ молодых учёных в этой области.



## Развитие технической базы исследований и разработок

Институт обладает рядом уникального оборудования, что позволяет ему проводить исследования на мировом уровне по некоторым направлениям. К сожалению, оснащение Института современным оборудованием в целом недостаточно. Целесообразно создать на базе Института центр коллективного пользования (**ЦКП**) *по современным проблемам машиностроения*, и дооснастить его необходимым оборудованием, пока ещё сохранились кадры, владеющие уникальными экспериментальными методиками и способные передать их молодёжи. Одновременно с ЦКП необходимо создать отдел инновационных разработок для внедрения результатов исследования.

## Бюджет программы развития

В Институте необходимо создать инновационный центр (ИЦ) который будет координировать работу центра коллективного пользования (ЦКП), работы института по грантам, государственным контрактам, хоздоговорам. Работа ЦКП должна быть направлена на обеспечение самокупаемости. Важным моментом является увеличение активности работы Института в МОН, РФФИ, РФФИ и др. Наряду с подачей заявок на получение грантов и госконтрактов, следует самим участвовать в формировании тем лотов. Следует увеличивать количество заявок, связанных с опытно-конструкторскими и экспериментальными работами. Необходимо восстановить во многом утерянные связи с промышленностью, активизировать работы с ВПК в соответствии с приоритетными направлениями развития науки в России «Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники».

## Совершенствование системы управления Институтом

Провести в Институте мероприятия по совершенствованию структуры и системы управления Институтом с учетом скорректированных научных тем Института и с учетом принятых Указом Президента РФ приоритетных направлений развития науки, перечня критических технологий в отношении станкостроения, робототехники с учетом задач импортозамещения, модернизации производства. Создать на базе Института центр координации в решении проблем машиноведения с привлечением научных организаций, занимающихся решением этих проблем (в том числе и ВПК). Создать **Технологическую Платформу по проблемам машиноведения**. Выступить с инициативой разработки концепции и составления перечня первоочередных задач по развитию робототехники в России (Важность этого направления неоднократно отмечалась Президентом и Правительством России).

Обеспечить повышение публикационной активности сотрудников (с учетом публикаций в базах данных Web of Science и Scopus). Институт курирует академический журнал (входящий в базу данных Scopus). Необходимо вывести на международный уровень как минимум еще **три журнала**. Организовать публикации по международным стандартам научных докладов, представленных на конференциях и симпозиумах, проводимых в Институте. Необходимо создать единый Интернет портал для приема и учета научных статей и трудов конференций с учетом международных правил.

Возобновить при ИМАШ РАН деятельность научного совета по проблемам машиноведения и технологических процессов, являющегося связующим звеном между Академией наук, Институтом и ведущими организациями и учеными России. Срочно открыть специализированные советы по рассмотрению диссертаций по традиционным и новым для ИМАШ специальностям.

*Мисюрин С. Ю.*

***Институт машиноведения: проблемы и перспективы  
(выдержки из предвыборной платформы)***

*Технический редактор А. В. Бакиев  
Компьютерная верстка А. И. Ереметовой*

Подписано в печать 05.10.2015. Формат 70 × 100 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Печать офсетная. Усл. печ. л. ???. Уч. изд. л. ???.  
Гарнитура Minion Pro. Бумага мелованная. Заказ № 15-??.  
АНО «Ижевский институт компьютерных исследований»  
426034, г. Ижевск, ул. Кооперативная, д. 5  
E-mail: mail@rcd.ru Тел./факс: +7(3412) 50-02-95