



# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## Развитие мобильных робототехнических систем для решения логистических задач на предприятиях промышленности

Профессор кафедры теоретической физики  
УдГУ  
д.ф.-м.н.

**Килин Александр Александрович**



Ижевск, 2018

# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## Научный руководитель

### **Борисов Алексей Владимирович**

доктор физико-математических наук, профессор, главный редактор журнала «Regular and Chaotic Dynamics»

#### **Научные интересы:**

Теория динамических систем; проблемы интегрируемости, динамический хаос; Неголономная механика; динамические системы с трением; Биомеханика и робототехника; Гидродинамика, вихревая динамика.



## Сотрудники лаборатории

### **Мамаев Иван Сергеевич**

доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией

#### **Научные интересы:**

Динамика твердого тела, интегрируемые системы; Сценарии перехода к хаосу и компьютерные эксперименты; Динамика вихревых структур.



### **Килин Александр Александрович**

доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник,

#### **Научные интересы:**

Неголономная механика; Биомеханика и робототехника; Динамика вихревых структур; Теория управления; Компьютерное моделирование.



### **Ветчанин Евгений Владимирович**

Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник.

#### **Научные интересы:**

Динамика вихревых структур, движение тела в жидкости.  
Численное моделирование.



# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## Сотрудники лаборатории



### **Караваяев Юрий Леонидович**

Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник.

#### **Научные интересы:**

мобильная робототехника, мехатроника, интеллектуальные системы управления, Motion capture.



### **Калинкин Анатолий Александрович**

Кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник.

#### **Научные интересы:**

Проектирование мехатронных и робототехнических систем, мобильная робототехника



### **Богатырев Алексей Владимирович**

Младший научный сотрудник.

#### **Научные интересы:**

3D прототипирование, современные технологии изготовления деталей робототехнических систем



### **Клековкин Антон Владимирович**

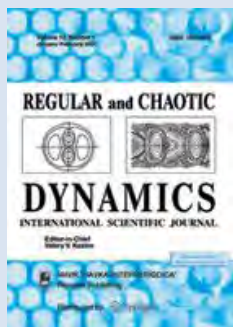
Младший научный сотрудник.

#### **Научные интересы:**

Разработка микропроцессорных устройств управления, информационно-измерительные системы

# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## Журналы



2016 Impact Factor  
**1.562**



Импакт-фактор 2015  
**0.878**

## Партнеры



НУЛ «Мобильные системы»,  
ИжГТУ им. М.Т. Калашникова



Лаборатория «Мехатроники и  
робототехники», МФТИ



Институт компьютерных  
Исследований, Ижевск



Математический институт  
им. В.А. Стеклова  
Российской академии наук



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

# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## Динамические системы и робототехника





# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## НИР выполненные в лаборатории

	Название НИР	Сроки выполнения	Объем, млн. руб.
1	Грант РФФ, проект 14-19-01303 "Динамика и управление мобильных робототехнических систем"	2014-2016	15
2	Грант РФФИ 15-08-09093-а «Исследование закономерностей движения подводных механических и робототехнических систем»	2015-2017	1,62
3	Проектная часть государственного задания 1.2405.2017/ПЧ «Разработка колесных и подводных мобильных робототехнических систем»	2017-2019	30
4	Грант РФФИ, 18-08-00995 А «Разработка и исследование мобильных робототехнических систем в жидкости»	2018-2020	2,1

# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## Публикации (с 2014 по 2017 гг.)

1	Публикации в журналах, индексируемых в Web of Science	26
2	Публикации в журналах, индексируемых в Scopus	30
3	Публикации в журналах, индексируемых в РИНЦ	45
4	Доклады на международных конференциях	20
5	Получено свидетельств на государственную регистрацию результатов интеллектуальной деятельности	11



# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## Потенциал лаборатории

- Исследование динамических систем, в том числе состоящих из многих тел.
- Создание новых подводных и надводных средств передвижения, принципы движения которых основаны на использовании взаимодействия тела с вихревыми образованиями и на изменении динамических либо геометрических характеристик тела.
- Проведение опытно-конструкторских работ по разработке и созданию экспериментальных стендов и экспериментальных моделей мобильных роботов.
- Исследование динамики и управления сложных робототехнических систем, функционирующих при наличии связей различного рода и природы физического взаимодействия, сухого трения, вязкой диссипации, ударного взаимодействия, а также движущихся в идеальной и вязкой жидкости.
- Разработка систем управления и программного обеспечения мобильных роботов.
- Внедрение и сопровождение наукоемкой, высокотехнологичной продукции в области робототехники и мехатроники для региональных предприятий машиностроительной, приборостроительной, военно-технической и смежных отраслей.



# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## Высокоманевренные мобильные роботы



Транспортный мобильный робот с омниколесами



Автономный высокоманевренный мобильный робот с тремя омниколесами



## Сферические мобильные роботы



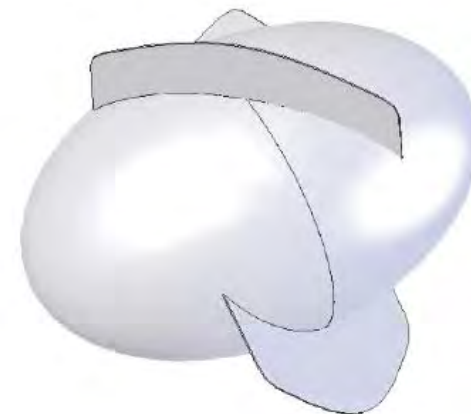
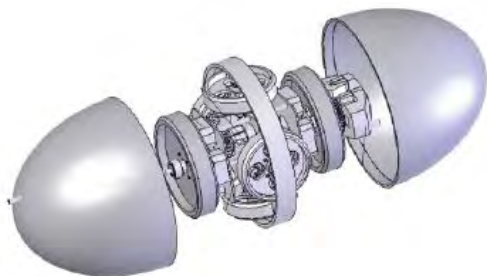
Сфероробот с внутренней омниколесной платформой



Сфероробот с маятниковым двигателем



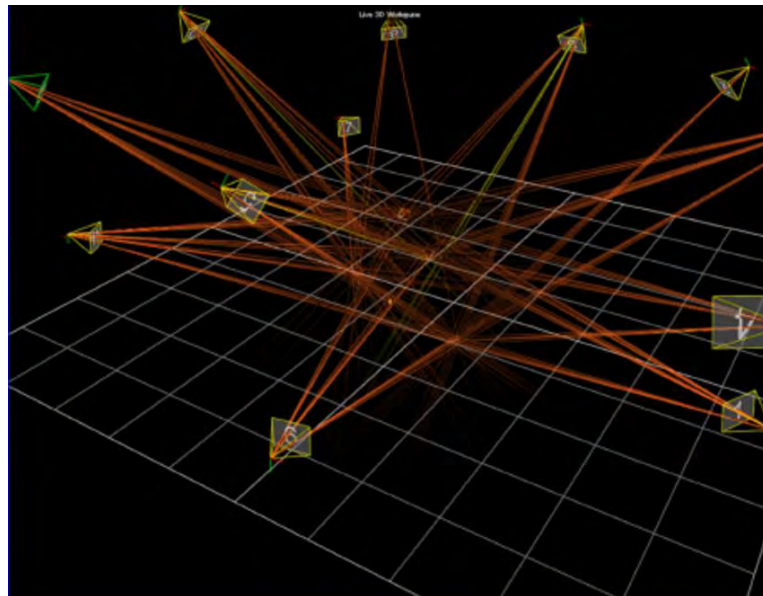
Сфероробот с комбинированным двигателем



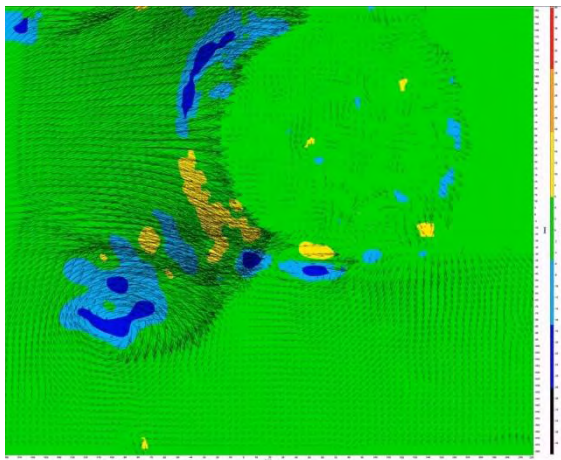
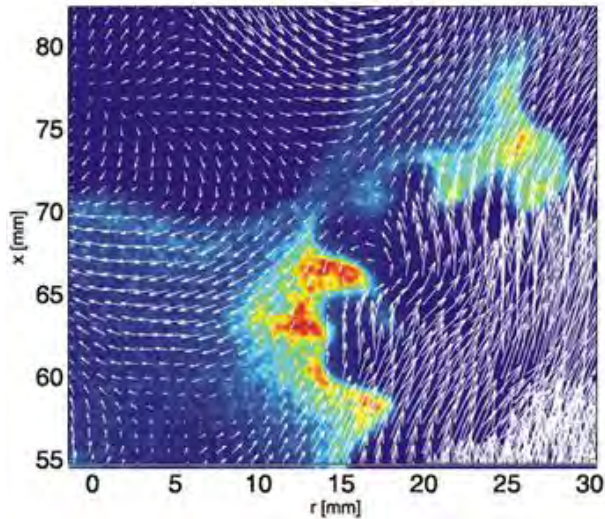
*Безвинтовые над и подводный  
роботы*

# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

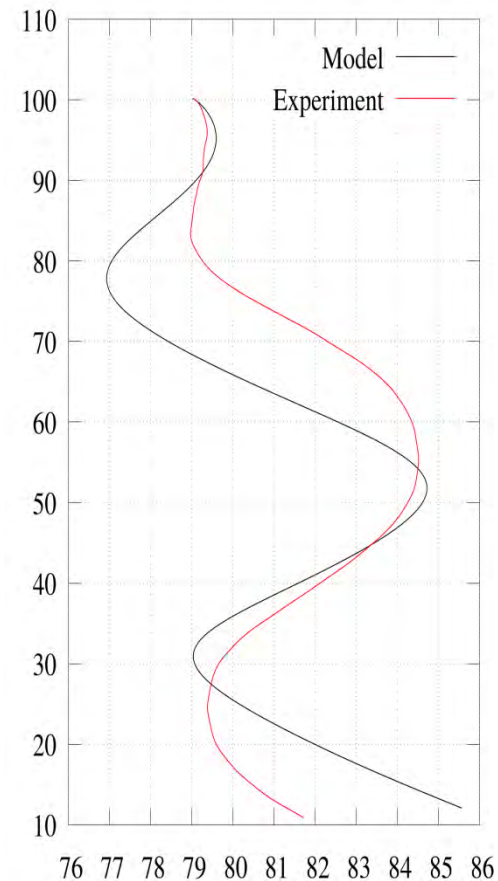
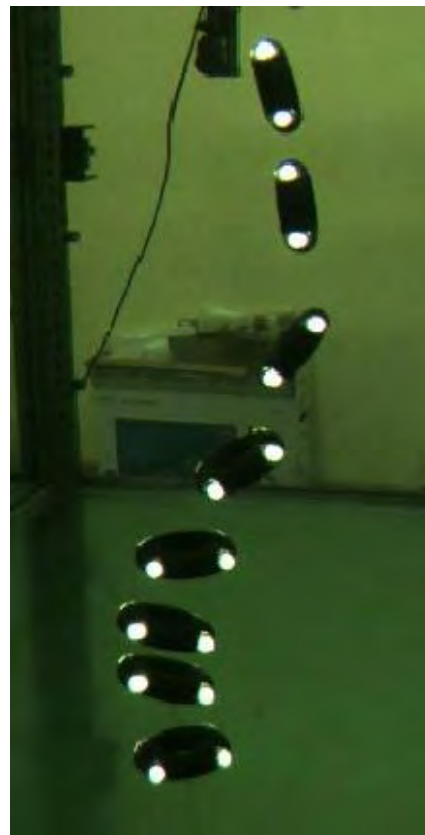
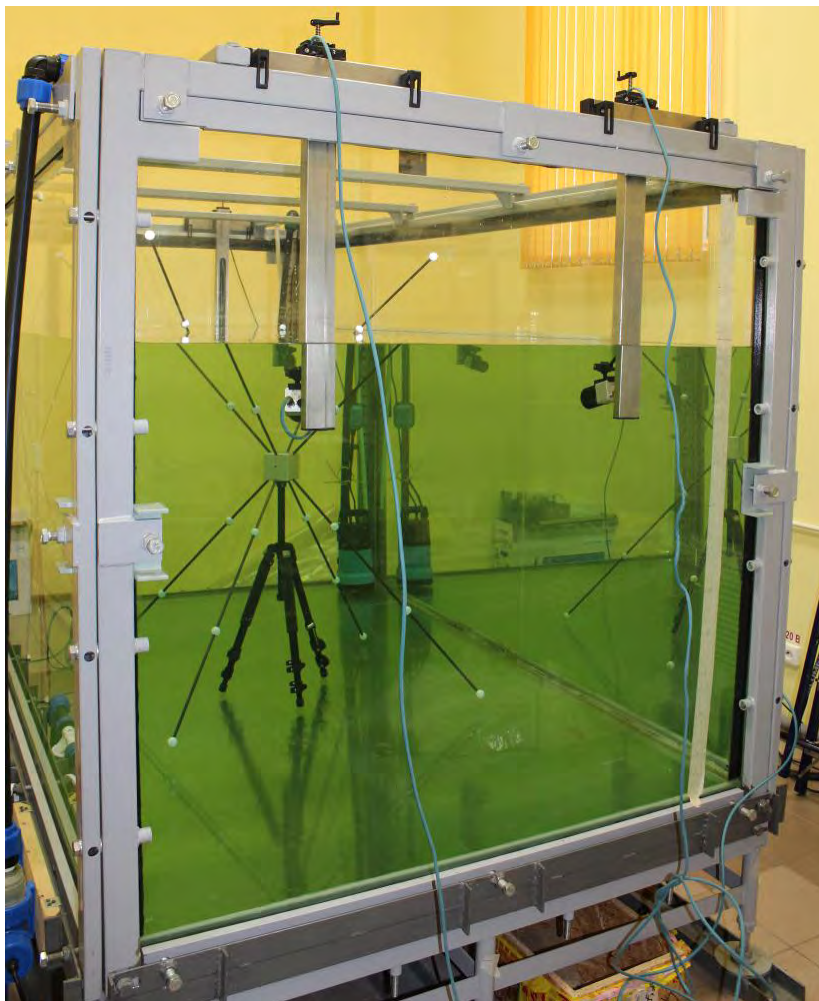
1. Система захвата движения Vicon Motion Capture. Используется для измерения перемещения, скорости, ускорения, ориентации мобильных роботов во время экспериментальных исследований.  
Имеется набор средств для обработки получаемых данных в реальном времени в среде MATLAB.  
Создание объектов из набора маркеров.



2. PIV (Particle Image Velocimetry) система. Используется для визуализации векторных полей скоростей потоков жидкости.



## 3. Комплекс оборудования для исследования параметров движения твердых тел в жидкости



4. **Высокоскоростная видеокамера RedLake Y4** позволяет снимать видео файлы с разрешением 1024x1024 на скорости до **3000 кадров/сек.**



## 4. Производственное оборудование

**3D принтер Dimension SST 1200es и станки с ЧПУ: HAAS ST-10, OM-2A.**



# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## Вакуумная литьевая машина MKV-1

Копирование изделий методом заливки в силиконовые формы под вакуумом полиуретана, пластика или эпоксидных смол при мелкосерийном производстве. Объем камеры 440x440x370 мм. В лаборатории используются **химически отверждаемые жесткие полиуретаны** с твердостью 80D по Шору с температурной стойкостью до 120°C, резиноподобные полиуретаны с настраиваемой жесткостью от 30D до 95 по Шору. Технология позволяет использовать в процессе заливки формы закладные элементы различных материалов.





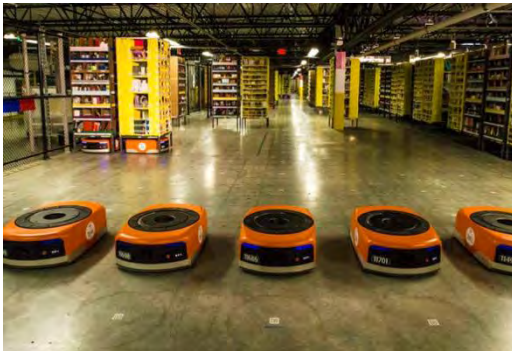
# Разработка высокоманевренных транспортных роботов для решения логистических задач на предприятиях промышленности

## Область применения:

- Предприятия стремящиеся к автоматизации процессов с концепцией QRM
- Роботизированные склады
- Логистические и торговые центры



Маневренность обеспечивается конструкцией колес и системой управления, реализующей оригинальные алгоритмы.





# Лаборатория «Нелинейного анализа и конструирования новых средств передвижения»

## План развития лаборатории в 2018-2019 гг.

### 1. Выполнение ОКР по созданию прототипа высокоманевренного транспортного робота грузоподъемностью 500 кг и создание модели роботизированного склада.

- Создание постоянно действующего прототипа высокоманевренного мобильного робота для демонстрации его возможностей потенциальным заказчикам.
- Отработка алгоритмов управления мобильным роботом в составе роботизированного склада или производственной линии в условиях приближенных к реальным.

### 2. Разработка и исследование конструкций и алгоритмов управления манипуляционными и захватными устройствами антропоморфных роботов.

- Интеграция антропоморфных манипуляционных и захватных робототехнических устройств с высокоманевренными транспортными платформами для расширения их функциональных возможностей, а именно выполнения операций захвата и погрузки.
- Создание сервисных роботов, роботов промоутеров, роботов помощников.
- Создание задела в области разработки современных биомеханических мехатронных устройств.