



**ЭКСПОНЕНТА**

ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И МОДЕЛИРОВАНИЯ

# Обучение с MATLAB Simulink

EDU2020-I

---

Павел Рословец  
Инженер ЦИТМ «Экспонента»

# Цель вебинара

**Показать инструменты, примеры и техники, которые помогут вам:**

- ✓ **Улучшить качество восприятия материала**
- ✓ **Готовить востребованных специалистов**

# Программа

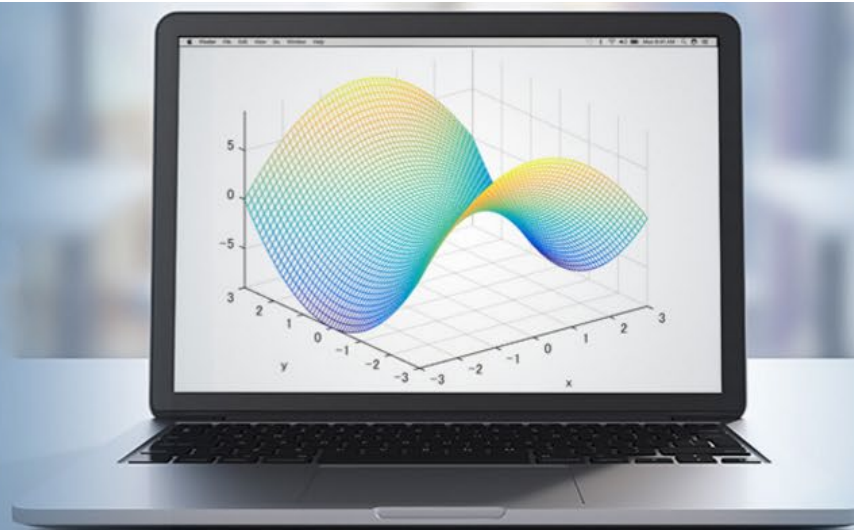


1,5 часа

- Эффективное **донесение** материала
- **Автоматизация** проверки заданий
- Подготовка **востребованных** инженеров
- Как **увлечь** студентов

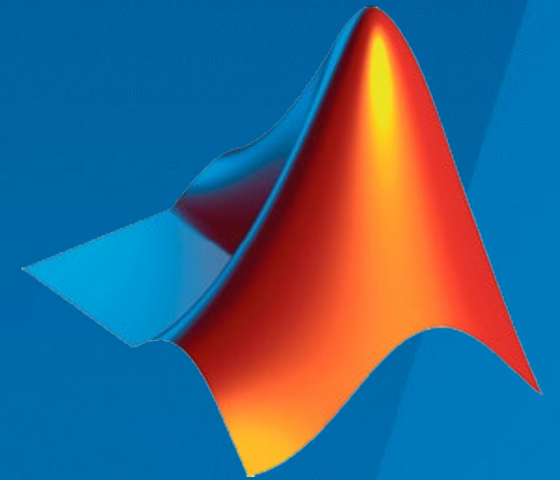
# Обучение базовым дисциплинам

## с MATLAB



# Профессиональная среда технических расчетов

- Создана для инженеров, ученых и аналитиков
- Имеет много дополнений
- Широко применяется



MATLAB

# Области применения

- **Математические расчеты**
- **Анализ данных**
- **Визуализация**
- **Академические исследования**
- **Образование**



# MATLAB в образовании

- ✓ Создан для «непрограммистов»
- ✓ Интерактивные возможности
- ✓ Много готовых материалов
- ✓ Автоматизация работы
- ✓ Востребован на рынке

# Преподавание естественных наук

## «Живые» скрипты (MATLAB Live Scripts):

- Интерактивные учебные пособия
- Экспорт в PDF/Word

**Teach with Live Scripts**

The following is an example of how to use live scripts in the classroom. This example

- Add equations to explain the underlying mathematics.
- Execute individual sections of MATLAB code.
- Include plots for visualization.
- Use links and images to provide supporting information.
- Experiment with MATLAB code interactively.
- Reinforce concepts with other examples.
- Use live scripts for assignments.

**What does it mean to find the  $n$ th root of 1?**

Add equations to explain the underlying mathematics for concepts that you want to teach. To add an equation, click the **Equation** button. Then, select from the symbols and structures in the **Equation Editor**.

Today we're going to talk about finding the roots of 1. What does it mean to find the  $n$ th root of 1? The solutions to the equation  $x^n - 1 = 0$ .

For square roots, this is easy. The values are  $x = \pm\sqrt{1} = \pm 1$ . For higher-order roots, it gets a bit more complicated. We need to solve the equation  $x^n - 1 = 0$ . We can factor this equation to get  $(x - 1)(x^{n-1} + x^{n-2} + \dots + x + 1) = 0$ .

So the first cube root is 1. Now we can use the quadratic formula to get the second and third cube roots.

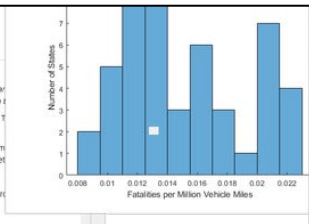
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Построим график движения маятника при малых углах отклонения

```
gValue = 9.81; % m / s^2
lValue = 6; % m
omega_0Value = sqrt(gValue/lValue);
```

Начальные значения:

```
theta_0Value = pi/4; % Решение будет адекватно
theta_t0Value = 0; % Начальное движение отсутствует
```



file: PENNY.MAT contains measurements made at the National Institute of Standards and Technology of the depth of the mold used to mint a U. S. penny, sampled on a 128-by-128 grid.

**Drawing a Contour Plot**

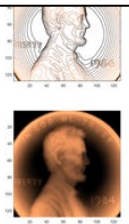
Draw a contour plot with 15 copper colored contour lines.

```
load penny.mat
contour(P, 15)
colormap(copper)
axis(1) square
```

**Drawing a Pseudocolor Plot**

Draw a pseudocolor plot with brightness proportional to height.

```
pcolor(P)
axis(1) square
shading flat
```





# Преподавание IT

## Программирование, современные технологии



- ✓ **Язык программирования, созданный для инженеров и математиков**
- ✓ **Создание графических приложений**
- ✓ **Поддержка современных IT трендов**

# Программирование в MATLAB

- ✓ Основные программные конструкции
- ✓ Лучшая документация
- ✓ Большое количество функций
- ✓ ООП

```
t = linspace(0, 1, 100);  
angles = []; % Инициализация
```

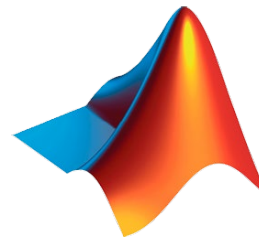
```
for l = 1:length(t) % Для каждого элемента  
    angle = pend_anim(t(l), angles);  
    angles = [angle; angles];  
end
```

```
pend_anim(t, angles)
```

# MATLAB – универсальный язык

## за счет генерации кода

### Алгоритмы



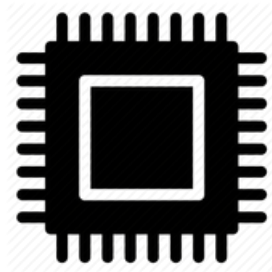
MATLAB Coder

GPU Coder

HDL Coder

PLC Coder

C/C++



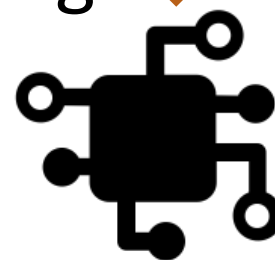
**МК**

CUDA C



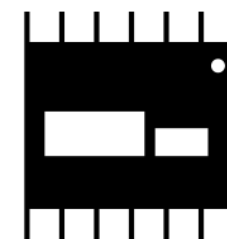
**GPU**

HDL/  
Verilog



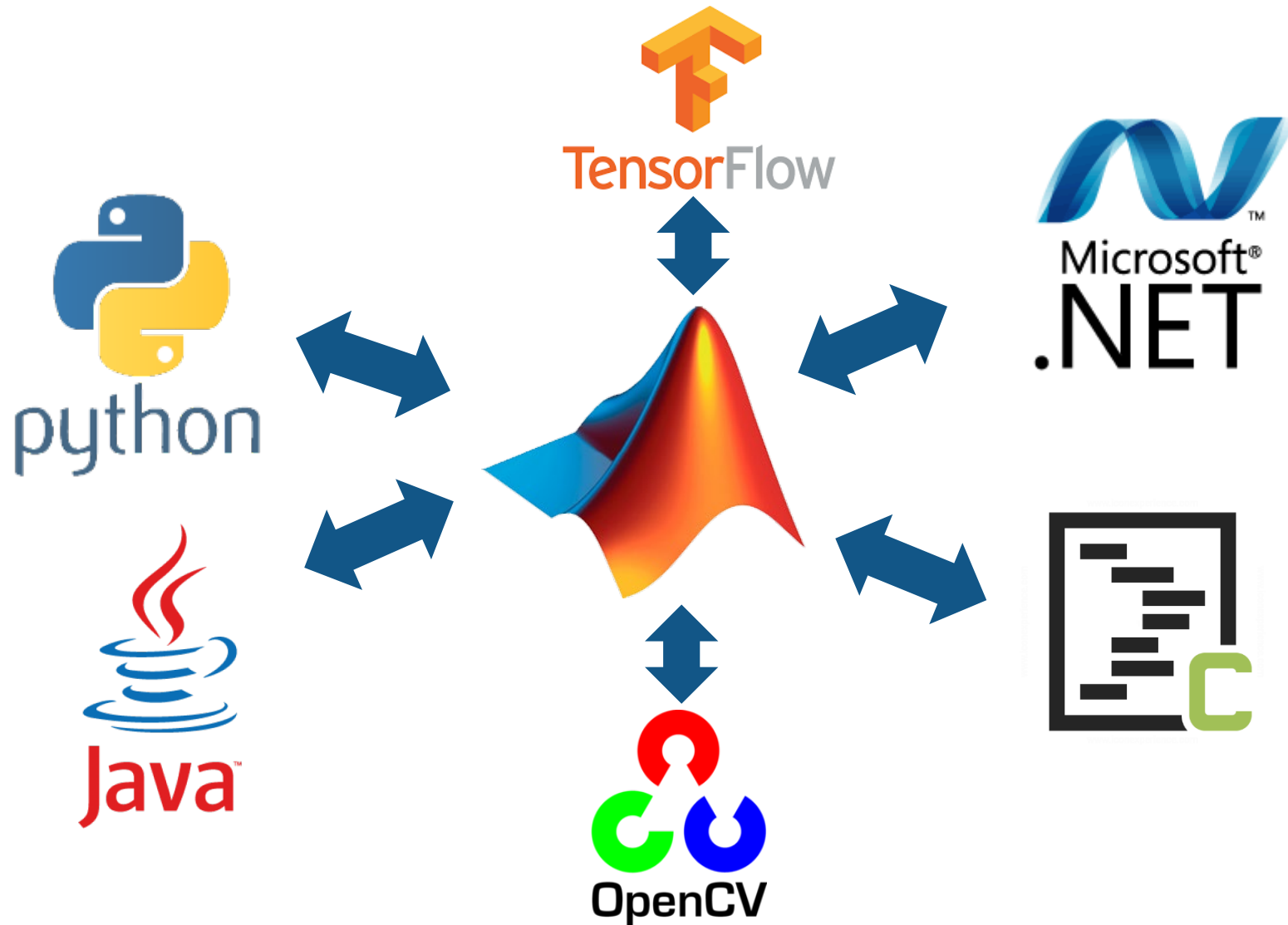
**ПЛИС**

ST/LD



**ПЛК**

# MATLAB интегрируется

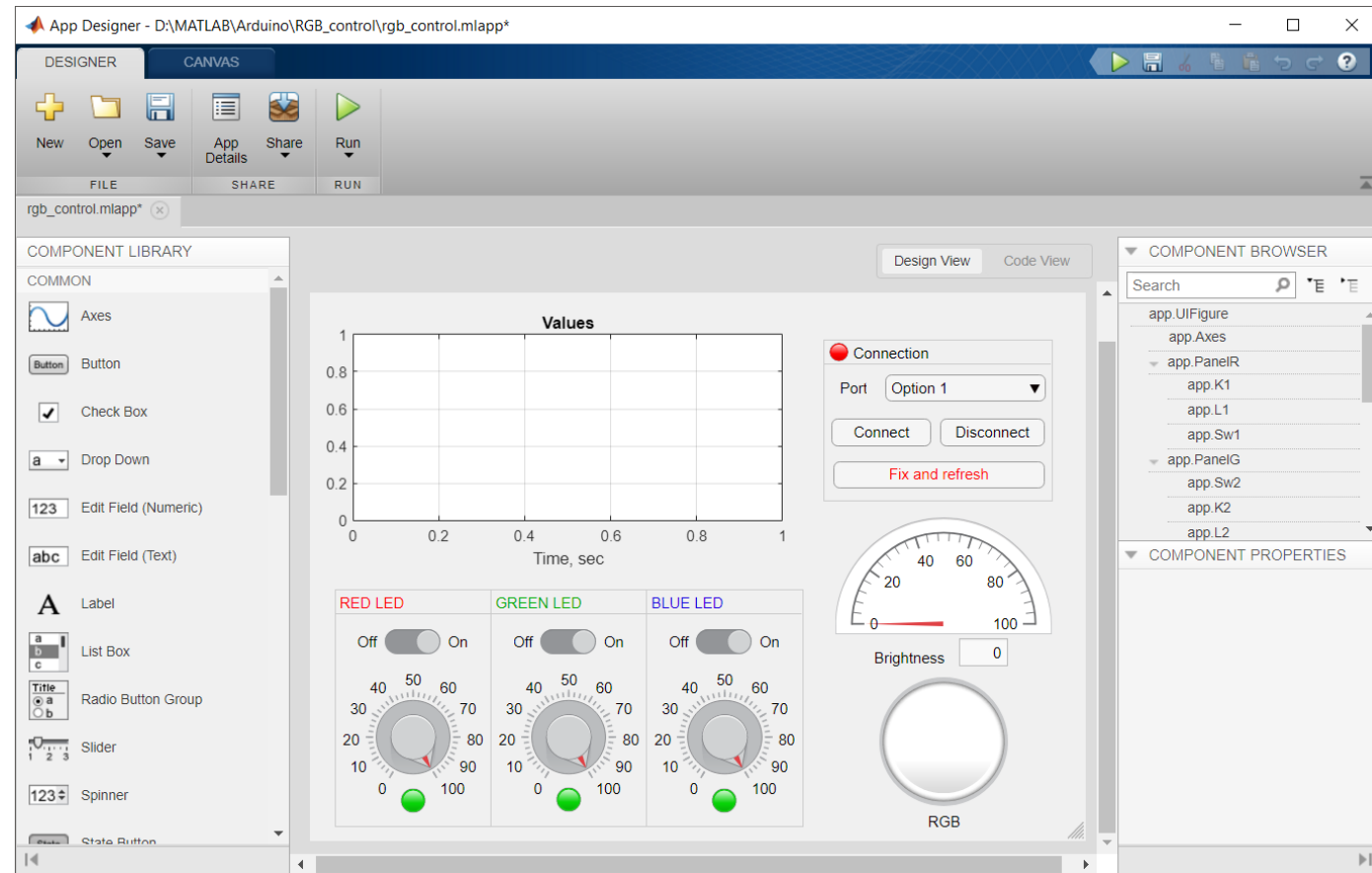


# MATLAB App Designer

✓ Создание графических приложений

✓ WEB-приложения

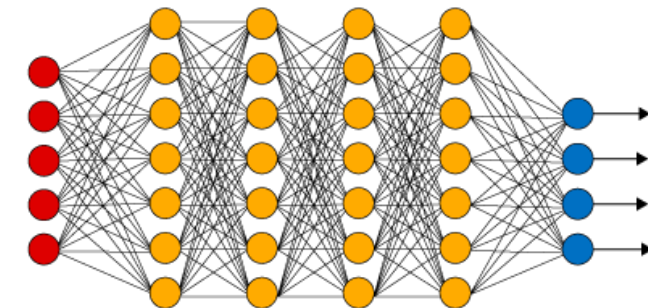
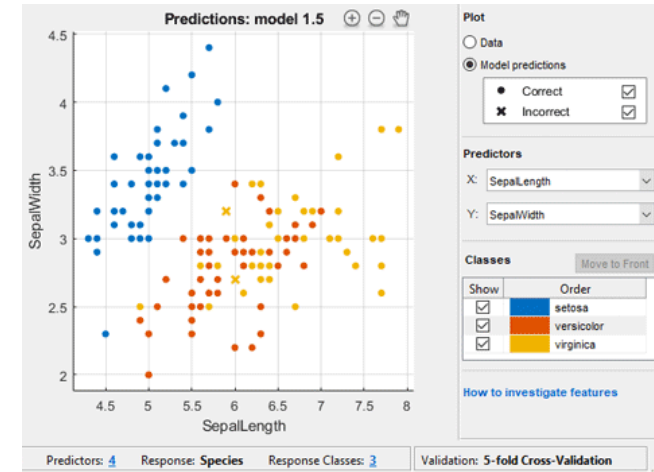
✓ Продвинутый редактор



# Обучение наукам о данных

## Data Science

- ✓ **Импорт и обработка данных**
- ✓ **Линейная алгебра**
- ✓ **Статистика и машинное обучение**
- ✓ **Глубокие нейросети**



# Параллельные вычисления в MATLAB

## Достоинства

- ✓ Multicore CPU, GPU, кластеры
- ✓ Минимум изменений в коде
- ✓ Фокус на применении, а не на настройке



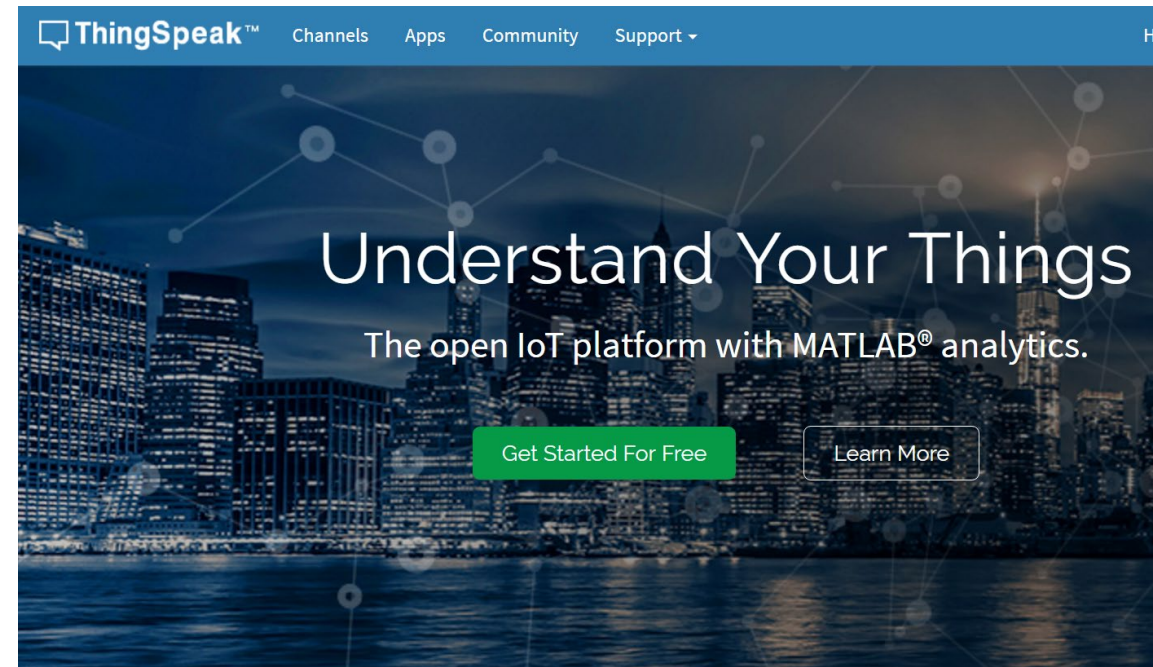


# Интернет вещей

## ThingSpeak



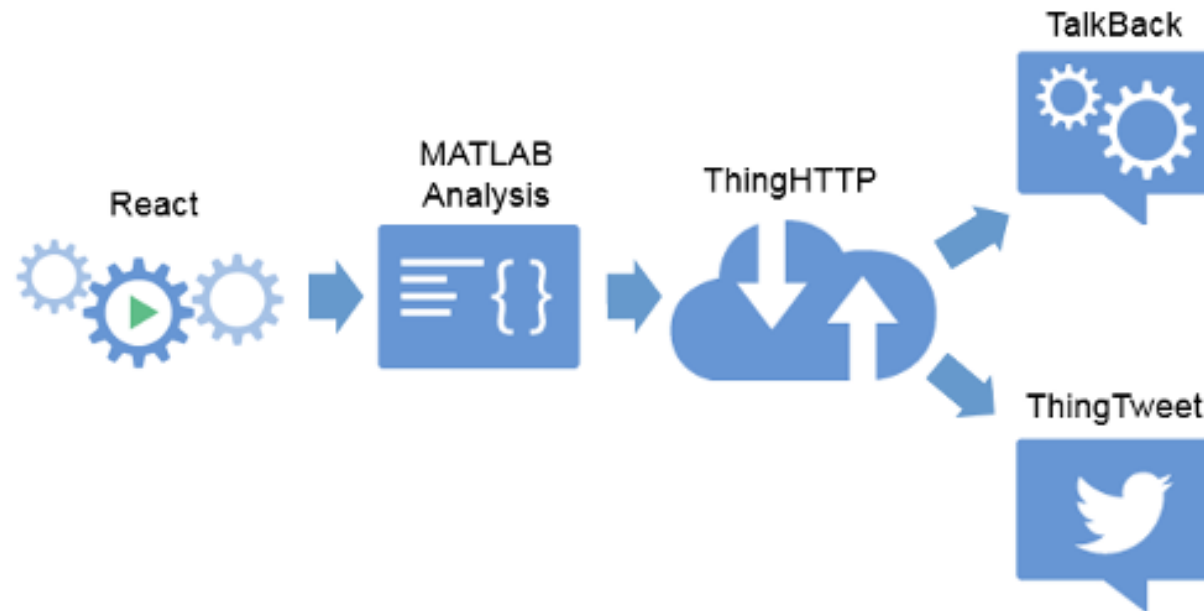
- ✓ Сбор данных с устройств
- ✓ Анализ и визуализация
- ✓ Роботизация
- ✓ Подходит для проектов



# ThingSpeak

## Достоинства

- ✓ Бесплатно
- ✓ Легко начать
- ✓ MATLAB аналитика и визуализация
- ✓ Библиотеки для разных языков и MATLAB



# **MATLAB** позволяет эффективно обучать

- ✓ **Фундаментальным наукам**
- ✓ **Программированию**
- ✓ **Современным технологиям**



# Использование моделей **Simulink** для лучшего донесения



# Продвинутая среда моделирования и разработки сложных систем

- Широкие возможности моделирования
- Разработка систем управления
- Модельно-ориентированное проектирование



# Области применения

- **Автомобилестроение**
- **Авиастроение и космос**
- **Робототехника**
- **Энергетика**
- ...
- **Образование**



# Зачем моделирование в обучении?

- ✓ **Модель = «реальное устройство» +  
+ наблюдение всех состояний +  
+ виртуальные эксперименты**
- ✓ **Моделирование широко распространено  
и востребовано**

# Способы построения моделей в Simulink

$\frac{d}{dt}$  По уравнениям (любым)

$\frac{1}{s+1}$  По линейным моделям (TF, SS)

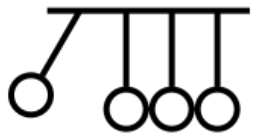
 Физическое моделирование

 Путем идентификации



# Физическое моделирование

## Simscare



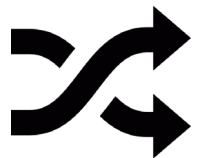
Модель собирается как **«конструктор»**

$f(x)$

Уравнения составляются **«под капотом»**



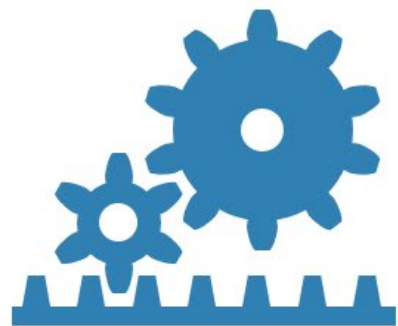
**Большое количество дисциплин**



**Дисциплины могут пересекаться**



**Electrical**



**Driveline**



**Multibody**



**Fluids**

# Simscape

Electrical



Hydraulic



Mechanical



Thermal



Thermal  
Liquid



Gas



Magnetic



Two-Phase  
Fluid



Moist Air

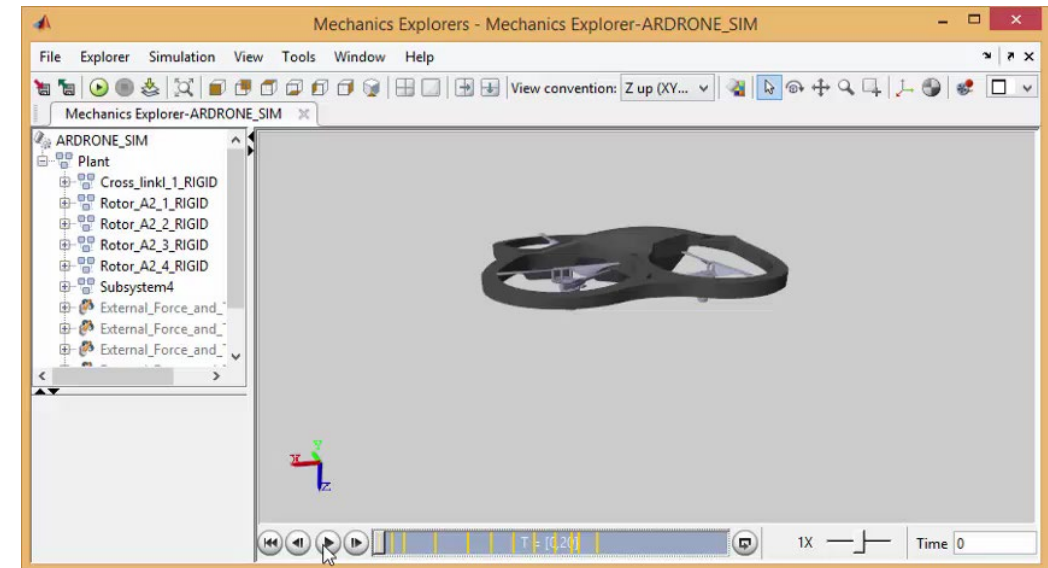


# Simscape Multibody

## Механические системы

✓ **Моделирование и визуализация кинематики и динамики в 3D**

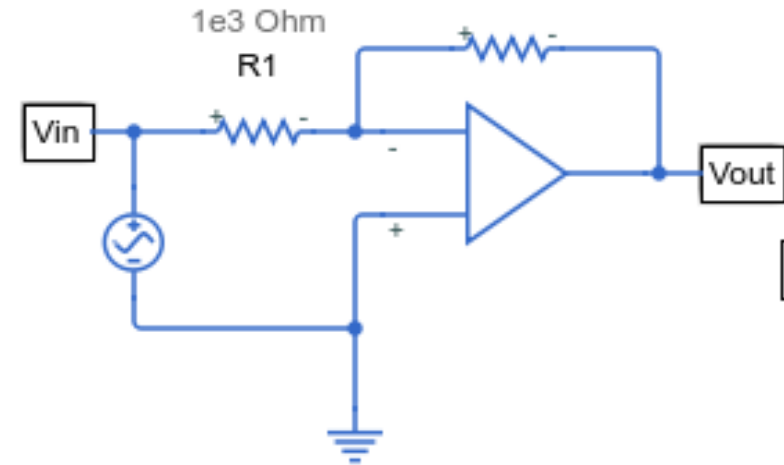
✓ **Есть все необходимые эффекты**



# Simscape Electrical

## Электрические системы

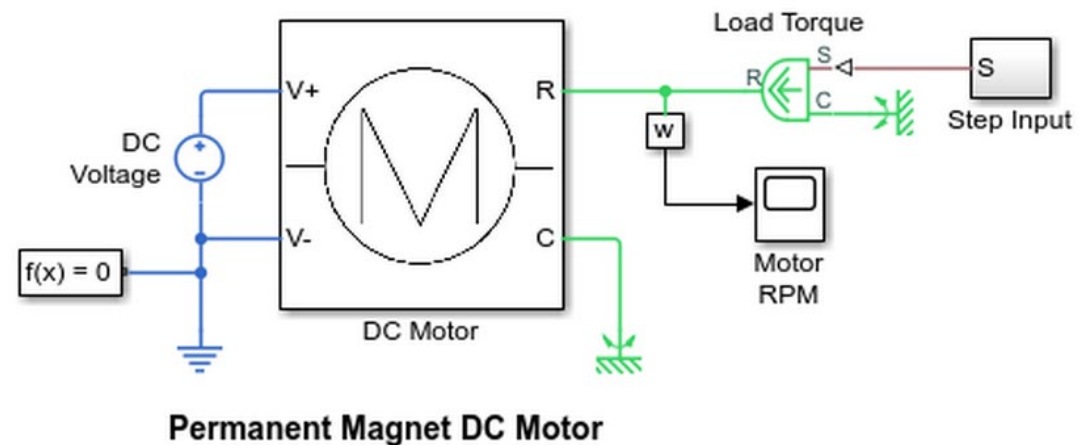
- ✓ Электронные компоненты
- ✓ Машины, полупроводники и другие устройства
- ✓ Схемы выглядят, как на бумаге



# Simscape

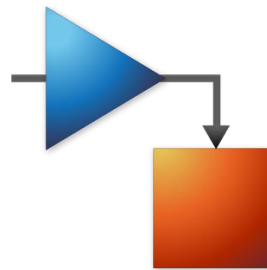
## Многодисциплинарные системы

- Все дисциплины работают вместе
- Создается единая физическая модель

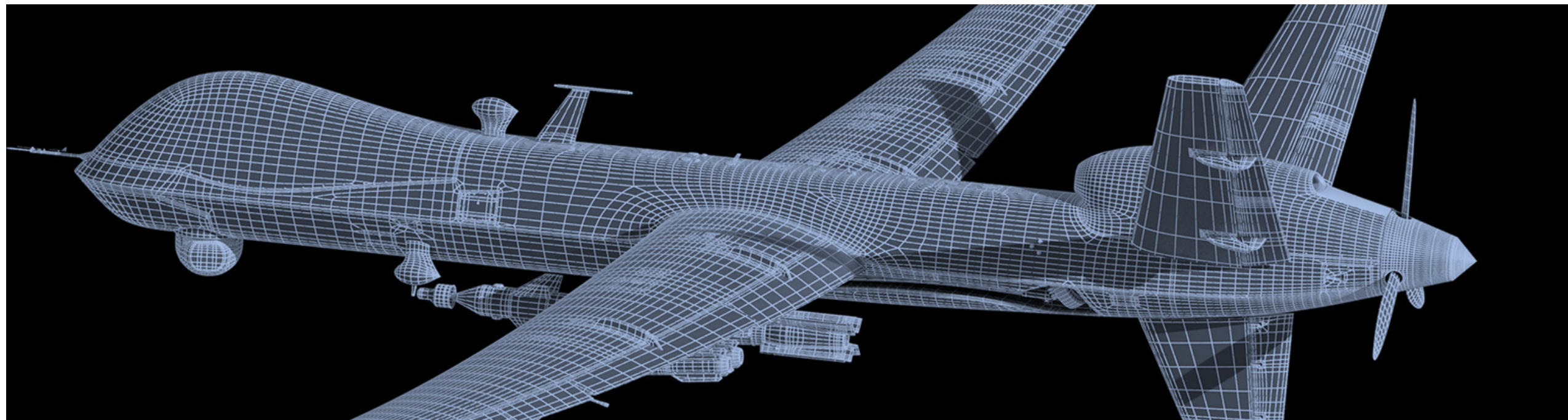


# Обучение с Simulink


- ✓ Существенно улучшает понимание
- ✓ Позволяет экспериментировать без риска
- ✓ Не ограничивает возможности



# Дополнительные дисциплины



## 10 Tech Trends



Robots



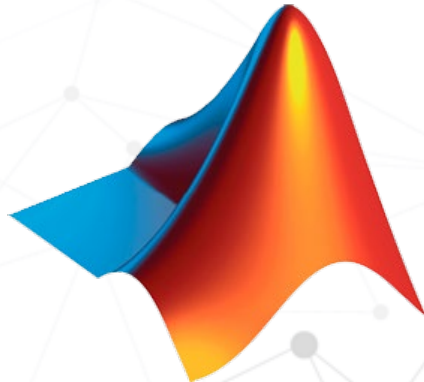
Internet of Things



Virtual Reality



Big Data



Drones



Artificial Intelligence



Genetics



Augmented Reality



Blockchain



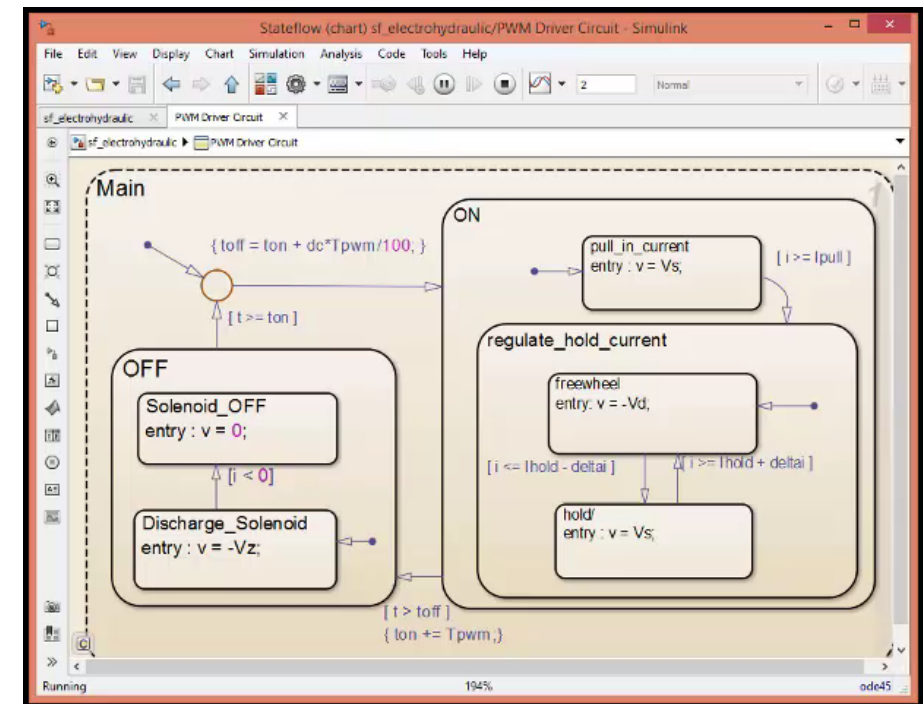
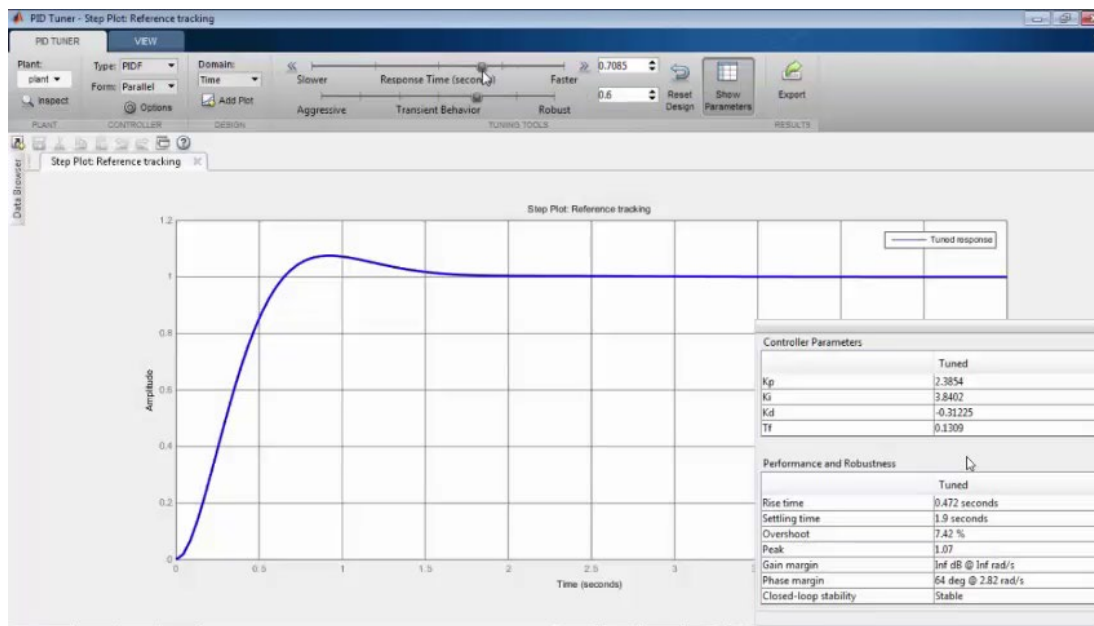
3D Printing



# Системы управления

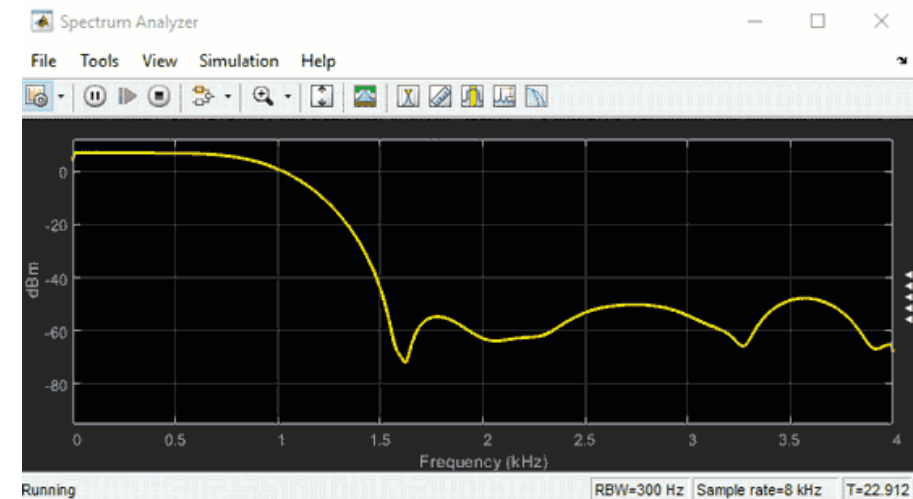
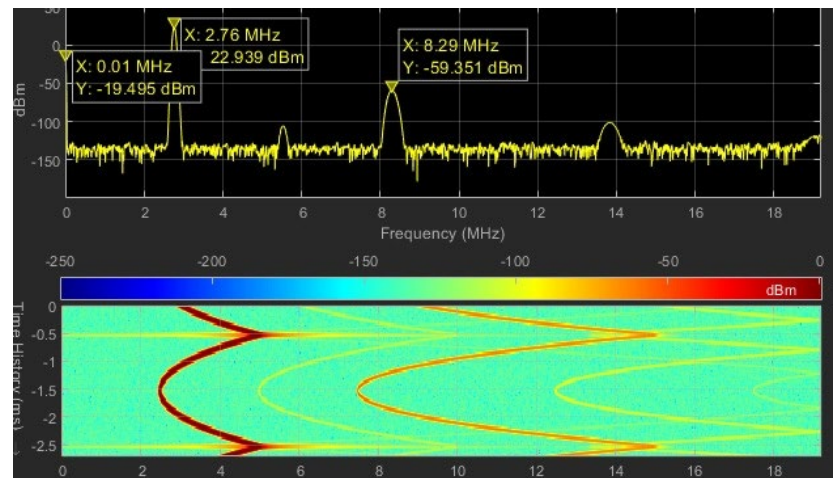
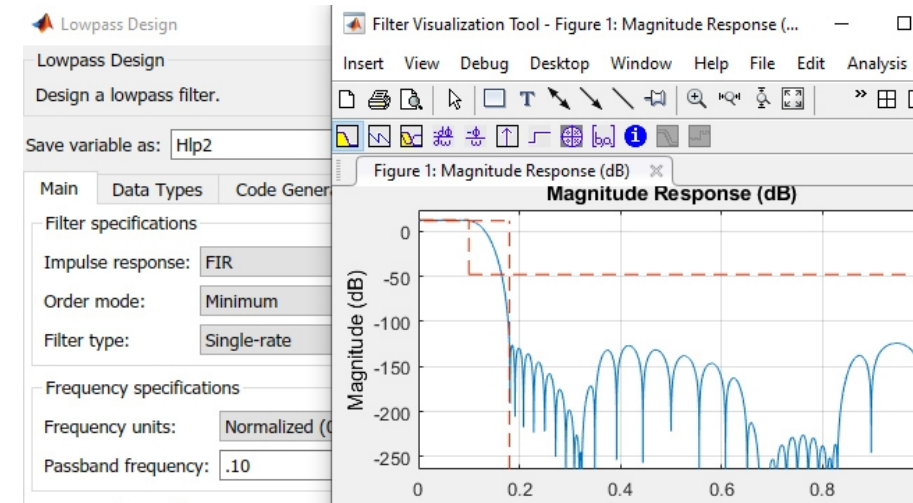
- ✓ Синтез регуляторов
- ✓ Современные методы

- ✓ Машины состояний



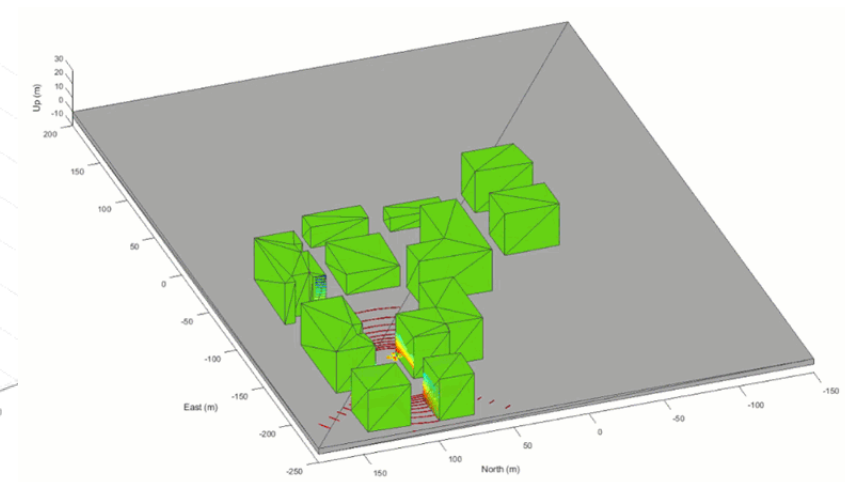
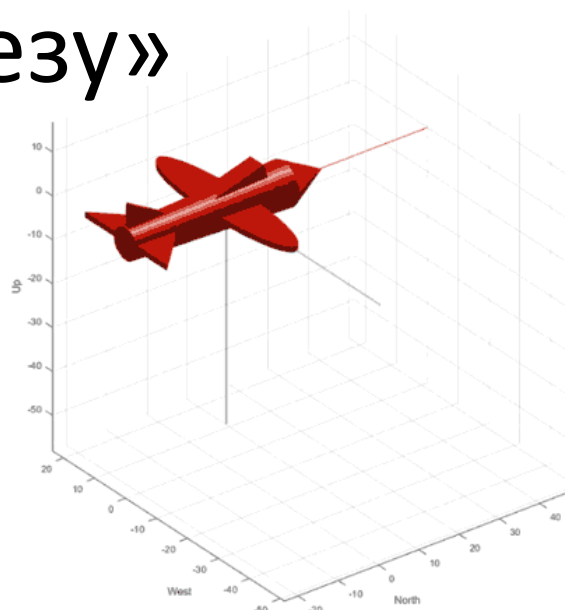
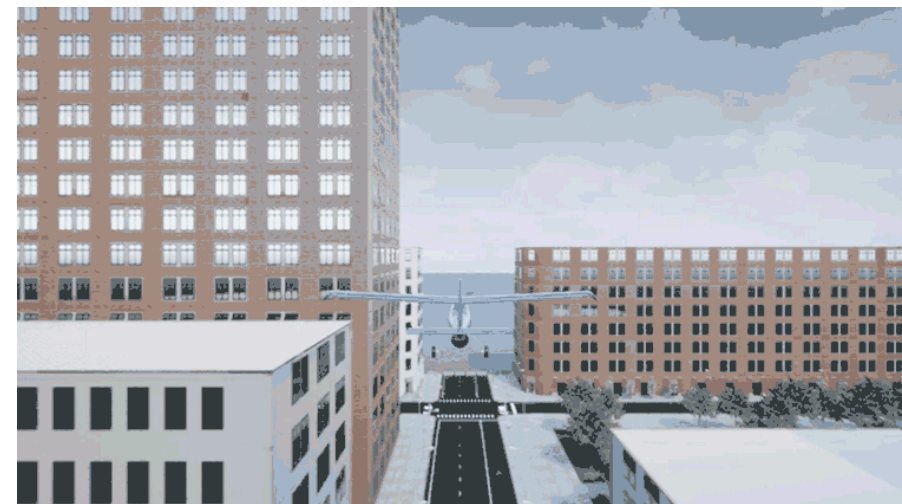
# Цифровая обработка сигналов

- ✓ Цифровые фильтры
- ✓ Поточковая обработка
- ✓ Многоскоростные системы



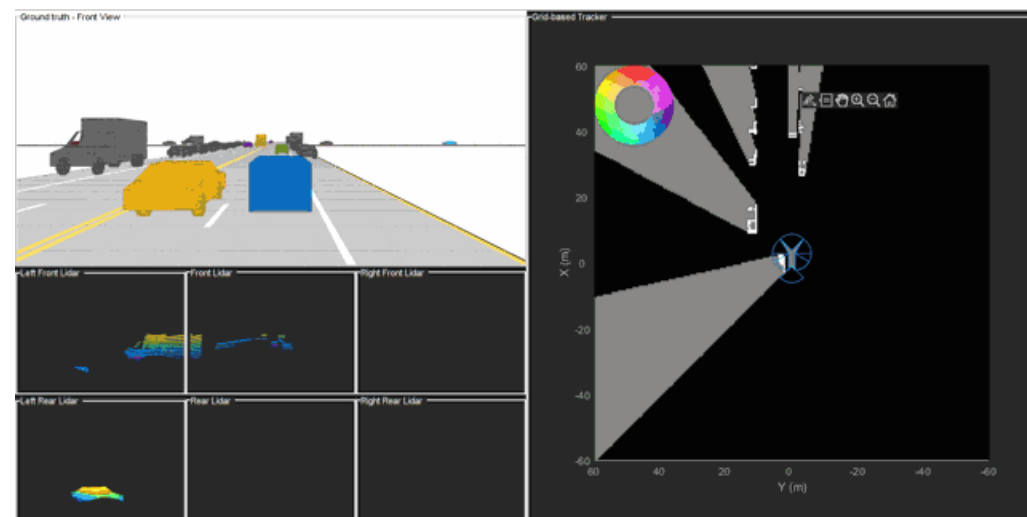
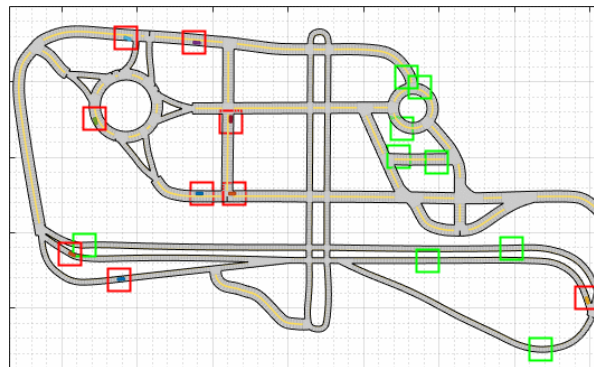
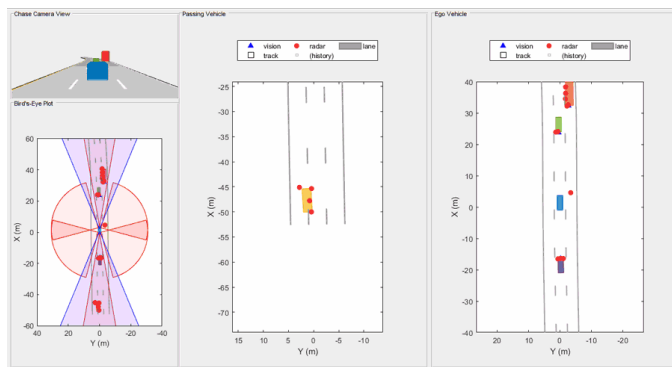
# ЛА и БПЛА R2020b

- ✓ Моделирование ЛА
- ✓ Симуляция полета
- ✓ 3D-визуализация
- ✓ Подключение к «железу»



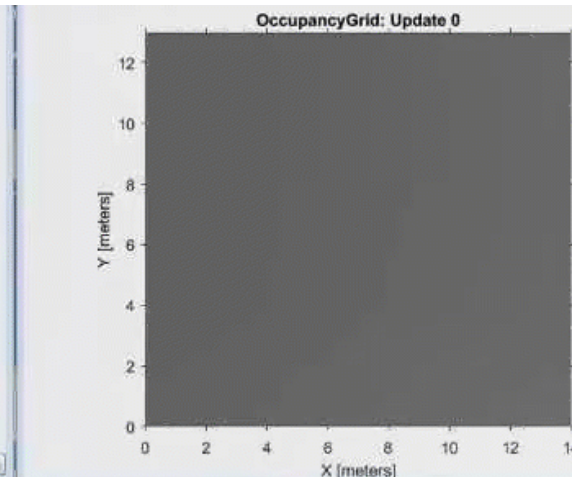
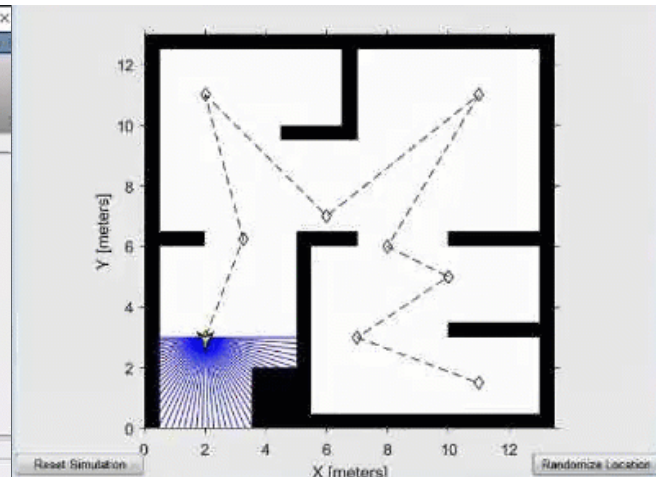
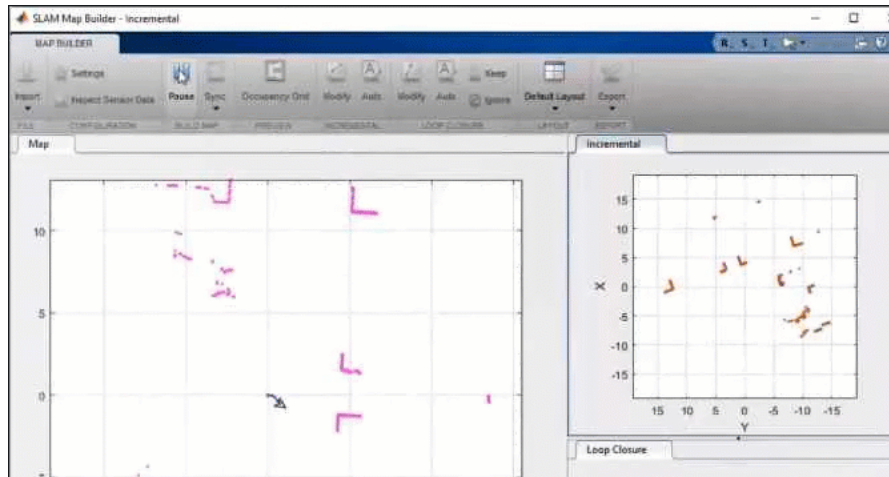
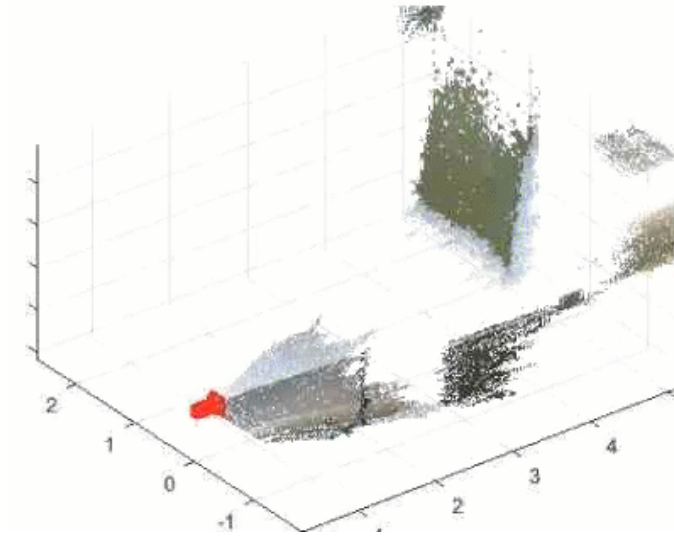
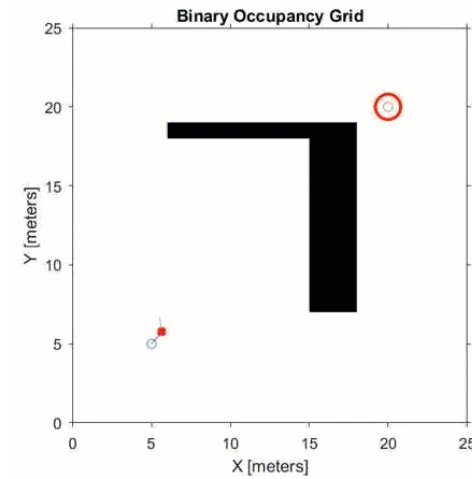
# Автомобили + беспилотники

- ✓ Полноценные модели
- ✓ Симуляция динамики
- ✓ 3D-визуализация
- ✓ «Искусственный интеллект»



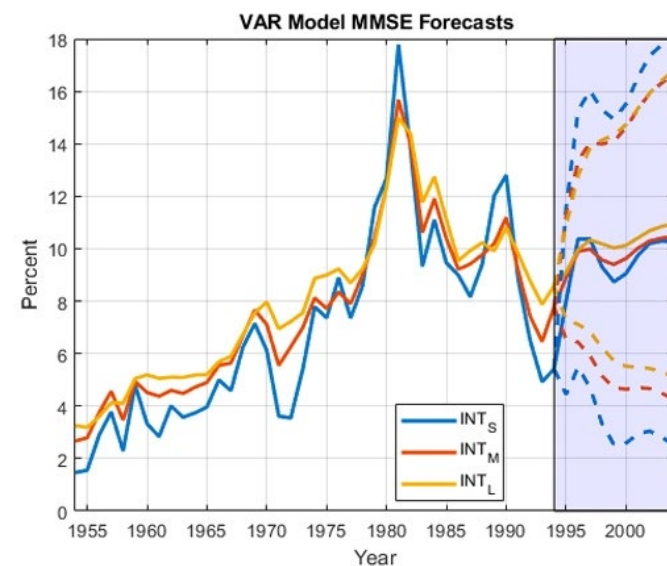
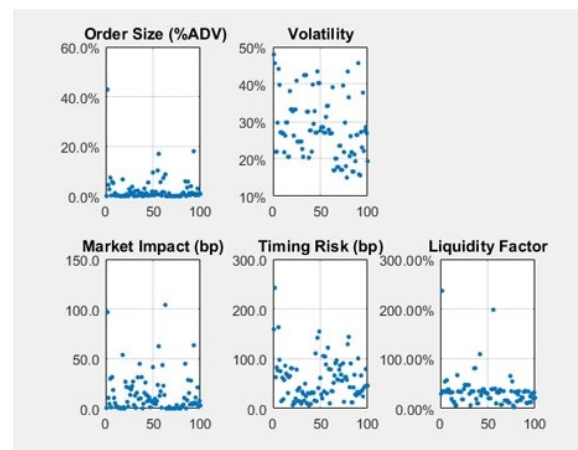
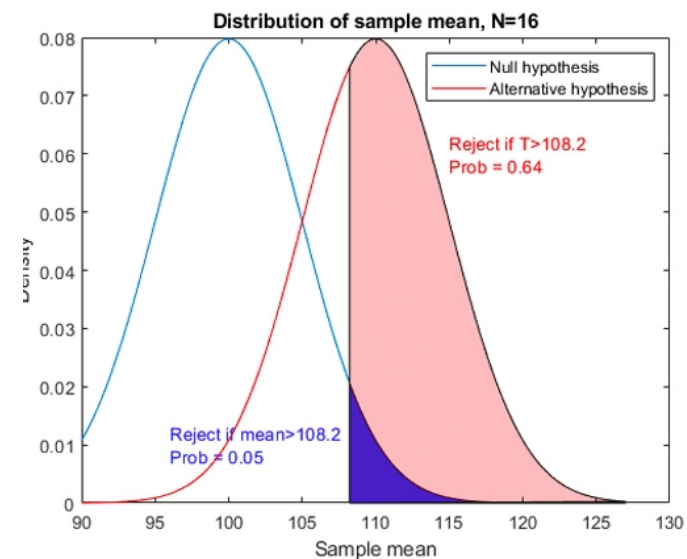
# Робототехника

- ✓ Автономные алгоритмы
- ✓ Запуск на роботе (ROS)



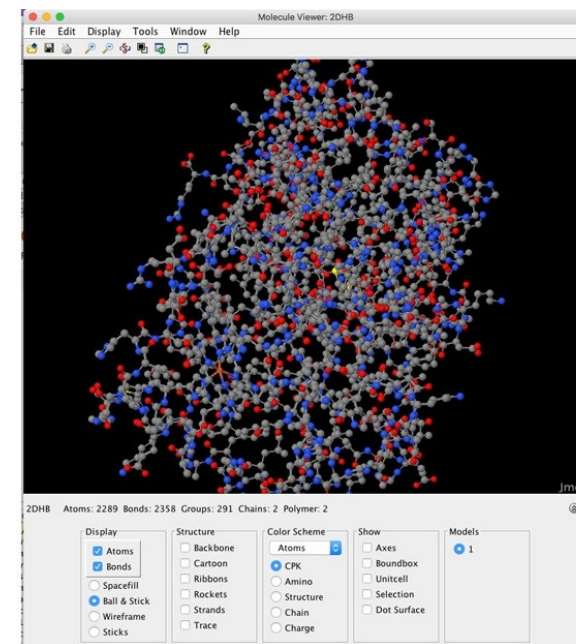
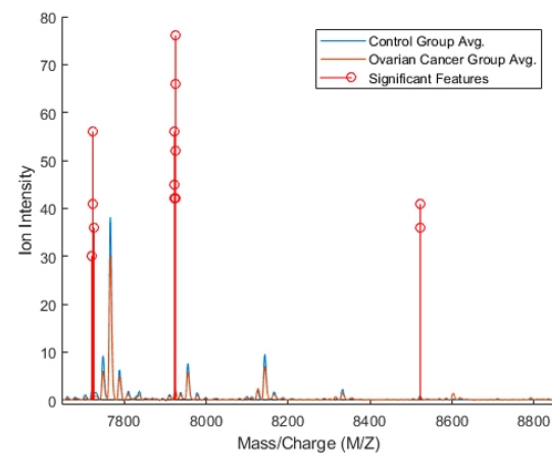
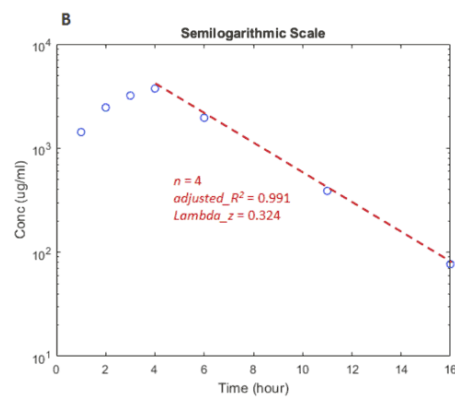
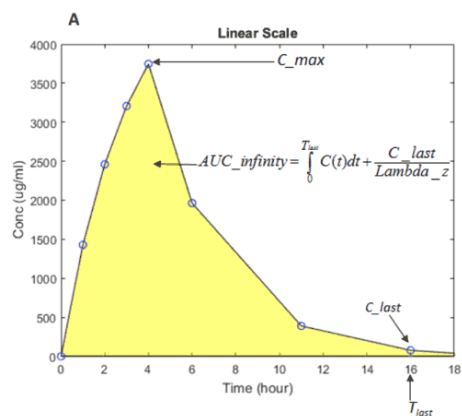
# Эконометрика, финансы

- ✓ Эконометрические модели
- ✓ Технический анализ
- ✓ Оптимизация портфеля



# Биология, биоинформатика

- ✓ Биологические модели
- ✓ Анализ последовательностей

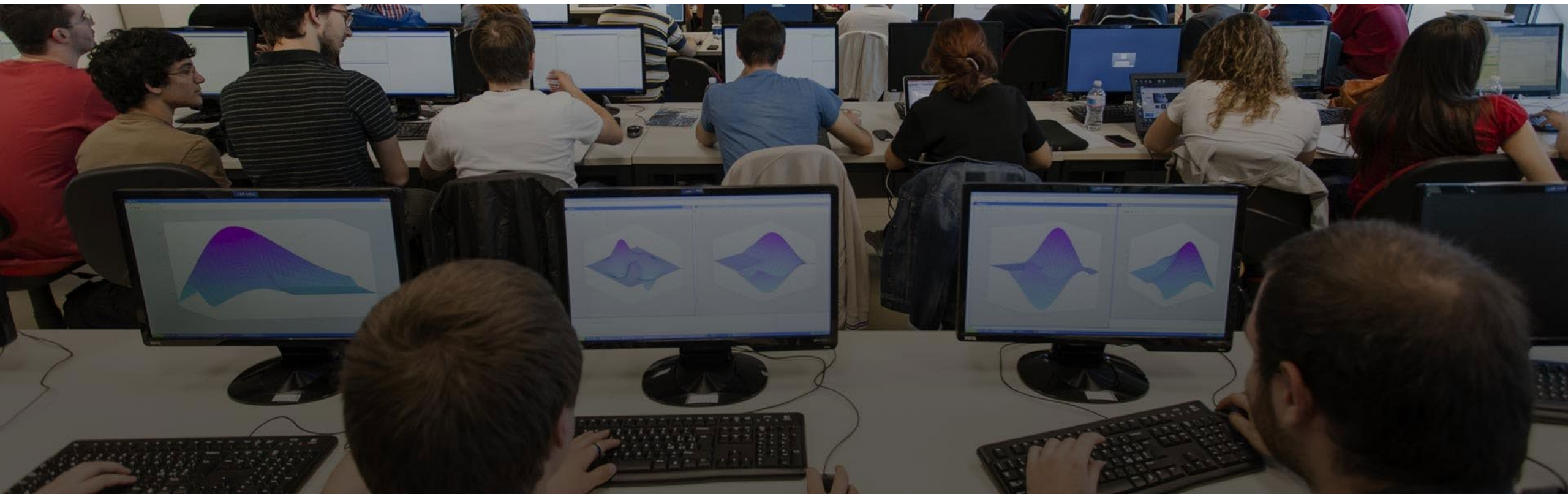


✓ **Это все доступно вам и студентам**





# В помощь преподавателю



# MathWorks Academia

Мировой опыт ВУЗов



Teach and Learn with MATLAB and Simulink

The tools used at more than 5000 universities worldwide.



Get Student Software



Learn the Basics



Teach and Inspire



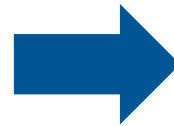
Start Your Project

- ✓ **Единый** портал для студентов и преподавателей
- ✓ **Готовые** учебные материалы, лекции и проекты

# MATLAB Online

# MATLAB Drive

# MATLAB Mobile

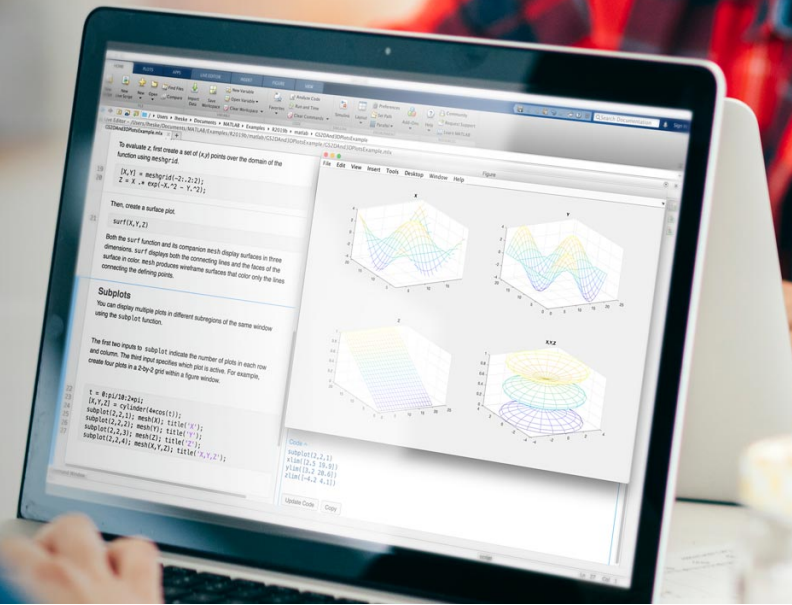


- MATLAB Simulink в браузере

- Облачное хранилище

- MATLAB на устройстве
- Сигналы с датчиков (IoT)

# Интерактивные онлайн-курсы



- ✓ Решение нелинейных и дифференциальных уравнений
- ✓ Линейная алгебра
- ✓ Символьная алгебра
- ✓ + Профессиональные тренинги



Подробнее

# Сервис проверки знаний

## MATLAB Grader

- ✓ **Бесплатный онлайн-портал**
- ✓ **Организация домашних и контрольных работ**
- ✓ **Анализ результатов**



# MATLAB Grader

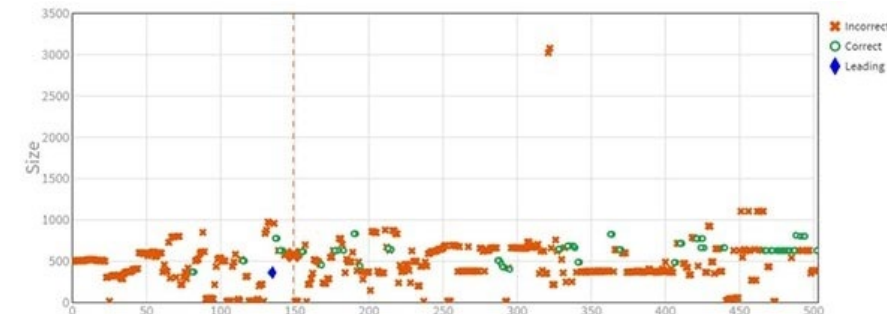
## Автоматизация контрольных и ДЗ

- ✓ Создаете задания с нуля или из библиотеки
- ✓ Задаете автоматические проверки
- ✓ Устанавливаете даты и приглашаете студентов
- ✓ Получаете подробный отчет

# MATLAB Grader

## Польза для вас

- ✓ Вы экономите время!
- ✓ Никаких «потерянных листочков»
- ✓ Автоматический сбор результатов



# MATLAB Grader

## Польза для студентов

- ✓ Не нужно устанавливать MATLAB
- ✓ Задание выглядит понятно и красиво
- ✓ Возможность самопроверки

 Reset  MATLAB Documentation

```
1 %% 1. Считайте таблицу из файла 'data.txt' в переменную T
2 %% (подсказка: команда readtable)
3 %T = |
4 %% 2. Запишите в переменную t вектор времени испытаний, а в переменную
5 %% (подсказка: столбцы time, temp)
6 %t =
7 %temp =
```



# MATLAB Grader

**Уже доступен**



Подробнее



Смотреть

**Бесплатно**

✓ Все функции

**Расширенные возможности**

✓ Дополнительная библиотека заданий

✓ Интеграция с LMS

# MATLAB удобен для преподавателя

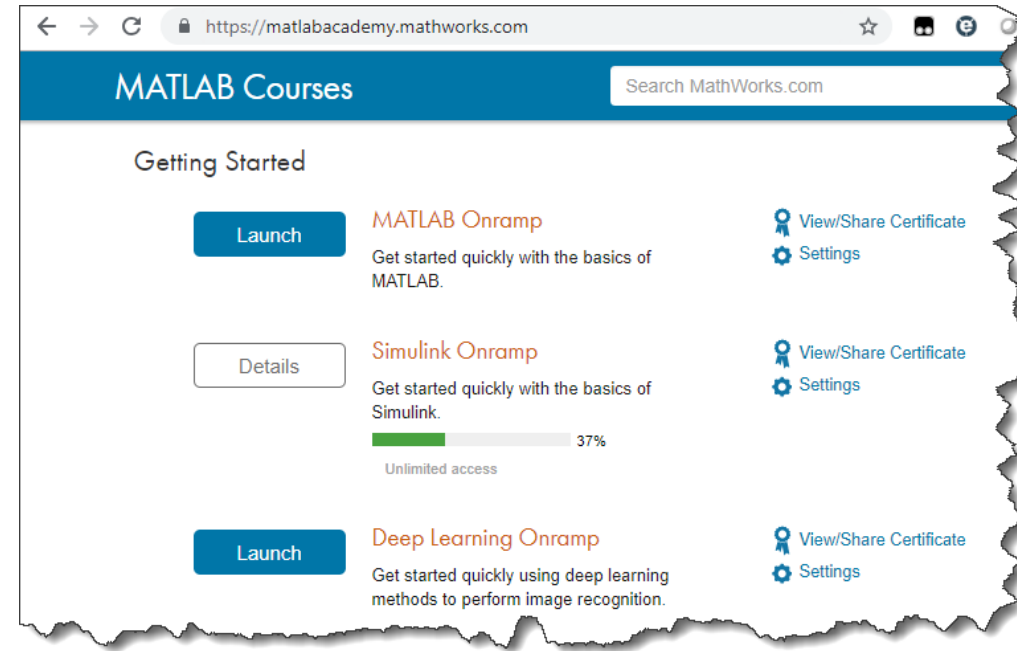
- ✓ **Готовые материалы**
- ✓ **Автоматизированные задания**
- ✓ **Облачные сервисы**



# Освоение MATLAB

## С чего начать?

- Онрамп-курсы
- Онлайн-тренинги
- Обучающие видео на YouTube
- Примеры из документации
- ЦИТМ «Экспонента» (MathWorks)



# Помощь от «Экспоненты»

- ✓ Техническая [поддержка](#) и консультации
- ✓ [YouTube-канал](#) с обучающими видео
- ✓ Русскоязычная [документация](#)
- ✓ [Сообщество](#) Экспонента



# Онрамп-курсы

Вводные, быстрые,  
удобные

## MATLAB Onramp

Simulink\_Onramp - Simulink prerelease use

File Edit View Display Diagram Simulation Analysis Code Tools Help

1.2 Running Simulations

**Task 1** ✓

The model at right describes the velocity of a falling object with air drag. In Simulink, the Run button (▶) in the toolbar simulates the model.

**TASK**

Connect the signal line labeled velocity to the Signal Assessment block. The line will change from dashed, red to solid, black when connected.

Press the Run button to simulate the model. Your output will be shown at right. Press Submit to assess your model, then click Next Task to advance.

Hint | See Solution | Reset | Submit | Next task

Task 2

Further Practice

Ready 120% auto(ode45)

Task 1 Signal

Value

Time

Signal requirement My signal

Inspect signal in figure window

Requirements

✓ Does the connected signal meet the requirement?

← MY COURSES MATLAB Onramp (100% complete) Pavel Roslovetz

9.1 Plotting Vectors ← PREVIOUS NEXT →

**Task 1**

Two vectors of the same length can be plotted against each other using the plot function.

```
>> plot(x,y)
```

**TASK**

Try creating a plot with sample on the x-axis and mass1 on the y-axis.

Hint | See Solution

Task 2

Task 3

Task 4

Task 5

Task 6

Task 7

Task 8

Further Practice

HOME FIGURE

Figure 1 x +

WORKSPACE

NAME	VALUE	SIZE	CLA...
data	7×4 d...	7×4	do...
de...	[0.530...	7×1	do...
m...	[2.159...	7×1	do...
m...	[0.265...	7×1	do...
sa...	[3,18...	7×1	do...
v1	[4.075...	7×1	do...
v2	[0.500...	7×1	do...

COMMAND WINDOW

```
>> plot(sample, mass1)
```

Correct!

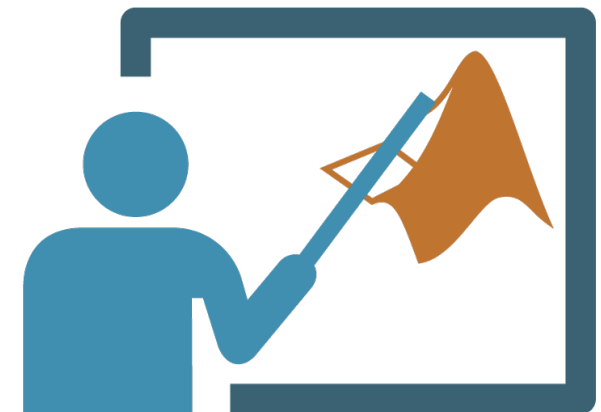
Space Continue | Esc Try an alternative solution

## Simulink Onramp

# MATLAB для преподавателей

## Курс повышения квалификации

- **Быстрый старт**
- **Соответствует академическим стандартам**
- **Передача экспертизы**



Онлайн-курсы

Готовые материалы

Документация

Тренинги

✓ **MATLAB освоить несложно**

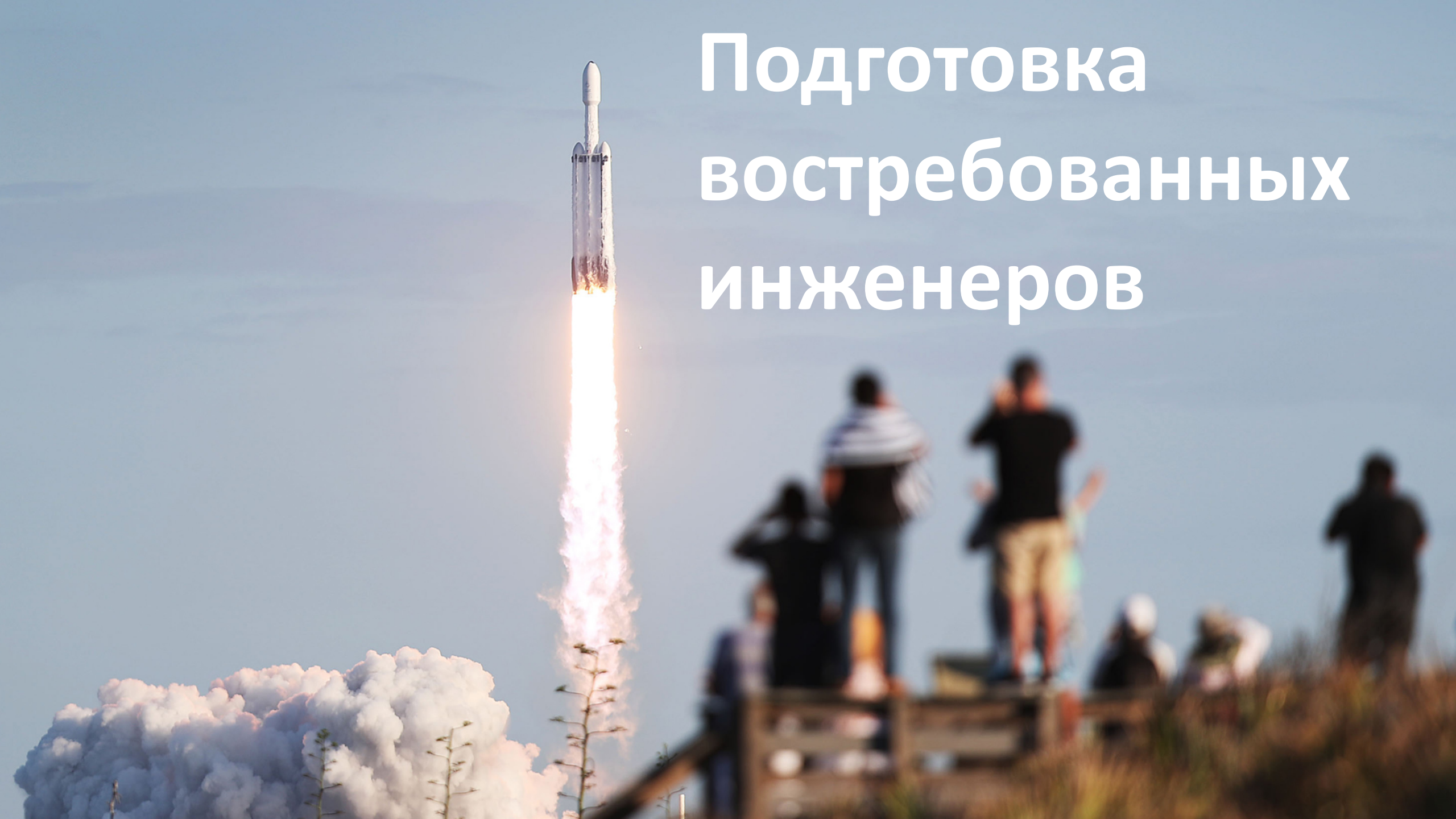
Сообщество

Опыт других ВУЗов

Обучающие видео

Поддержка

# Подготовка востребованных инженеров





# Модельно-ориентированное проектирование (Model Based Design)

- **Современный** метод разработки
- В основе лежит **моделирование**
- **Сокращает** затраты
- Существенно **ускоряет** выпуск изделий

**Сейчас разрабатывают так**

# Образование и модельно-ориентированное проектирование

- ✓ **Подход предполагает связь дисциплин**
- ✓ **Simulink создан для этого**
- ✓ **Подходит под проектное обучение**

**Нам срочно нужны такие специалисты!**

# Связь обучения и работы



**Проектное  
обучение**



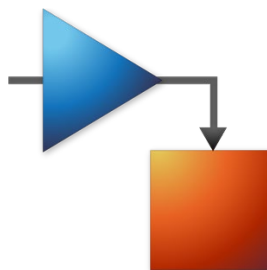
**Модельно-  
ориентированное  
проектирование**

**Многодисциплинарные проекты в  
Simulink**

# Модельно-ориентированное проектирование

## Выводы

- Молодые инженеры обязаны о нем знать
- Обучение отлично строится на **Simulink**



# Заключение

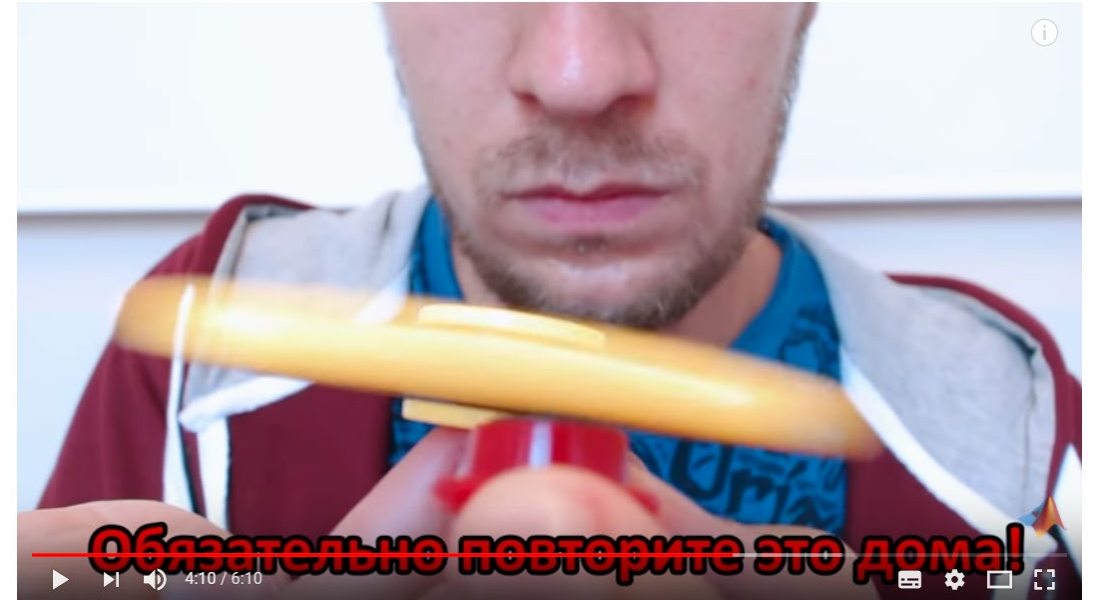
**MATLAB** – идеальный инструмент для обучения студентов

- ✓ Не сложно освоить
- ✓ Интерактивные возможности
- ✓ Развитая инфраструктура
- ✓ Востребован работодателями

# Как увлечь студентов?



# Моделирование спиннера (2017)



Моделируем спиннер в MATLAB Simulink

11 960 просмотров



[MATLABinRussia](https://www.youtube.com/channel/UC...)

Физика спиннера / моделируем гироскоп

4 949 просмотров

**GYROBOY**

**MATLAB**

**PROJECT**





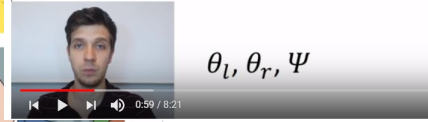
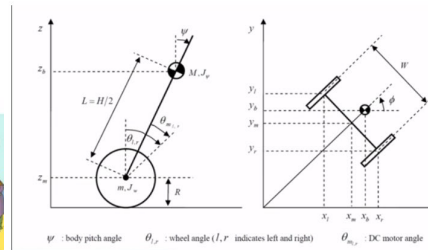
# 7 роликов на YouTube

- Создание робота-балансера с нуля
- По методу модельно-ориентированного проектирования

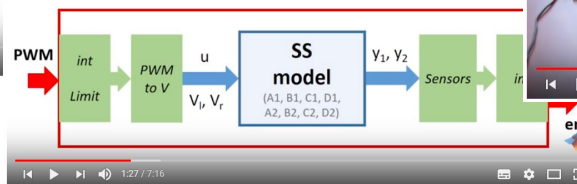


$$F = ma$$

$$M = J\varepsilon$$



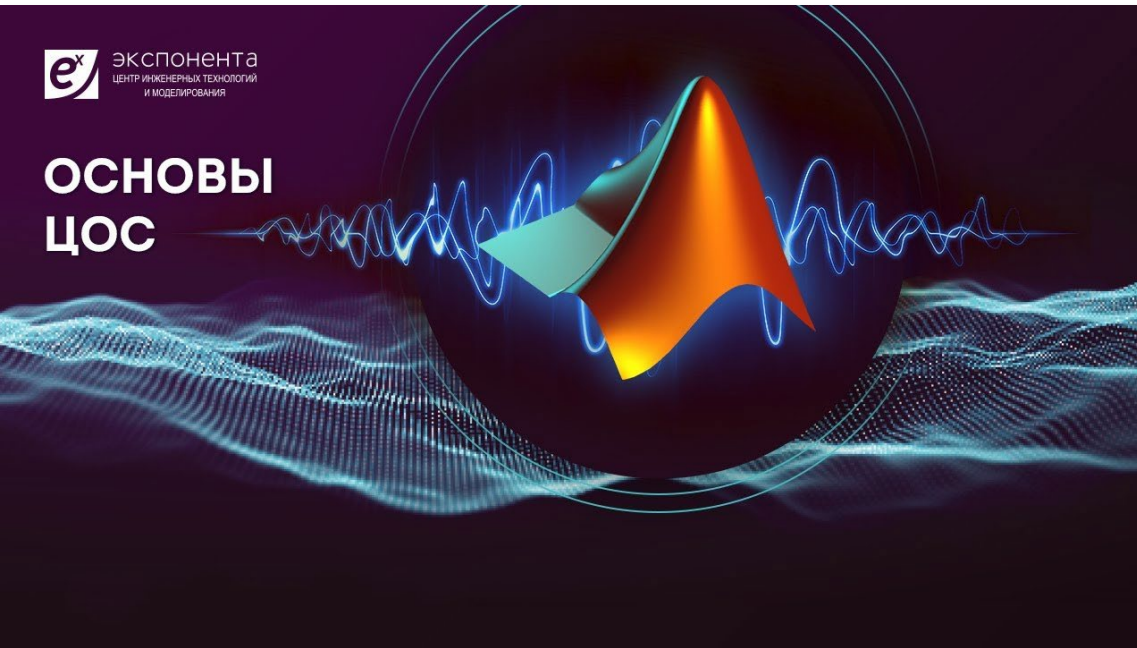
PWM (x2)  
(-100:1:100)



# Обучающий курс по ЦОС



[MATLABinRussia](https://www.youtube.com/channel/UC...)



- **32** ролика
- От сигнала до адаптивного фильтра

Спасибо за ваш труд. Просмотрев ваш плейлист я сдал один экзамен. Очень доступно и наглядно рассказываете.

# Другие учебные курсы



[MATLABinRussia](https://www.youtube.com/channel/UC...)



[Основы электротехники](#)

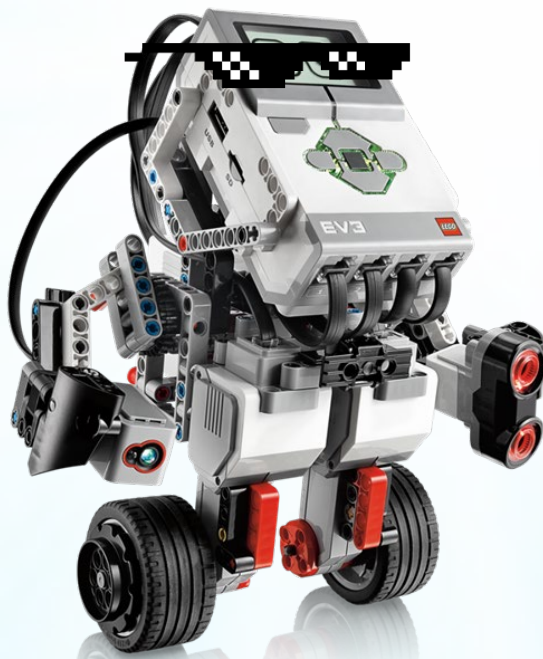


[Основы линейной алгебры](#)

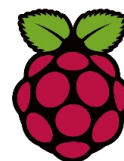
**СКОРО:** Теория управления, электродвигатели...



# Увлекательные проекты



# Прошивка «железа» из Simulink



Parrot®



*pixhawk*



- ✓ Без написания кода
- ✓ Поддерживаются **многие популярные платформы**

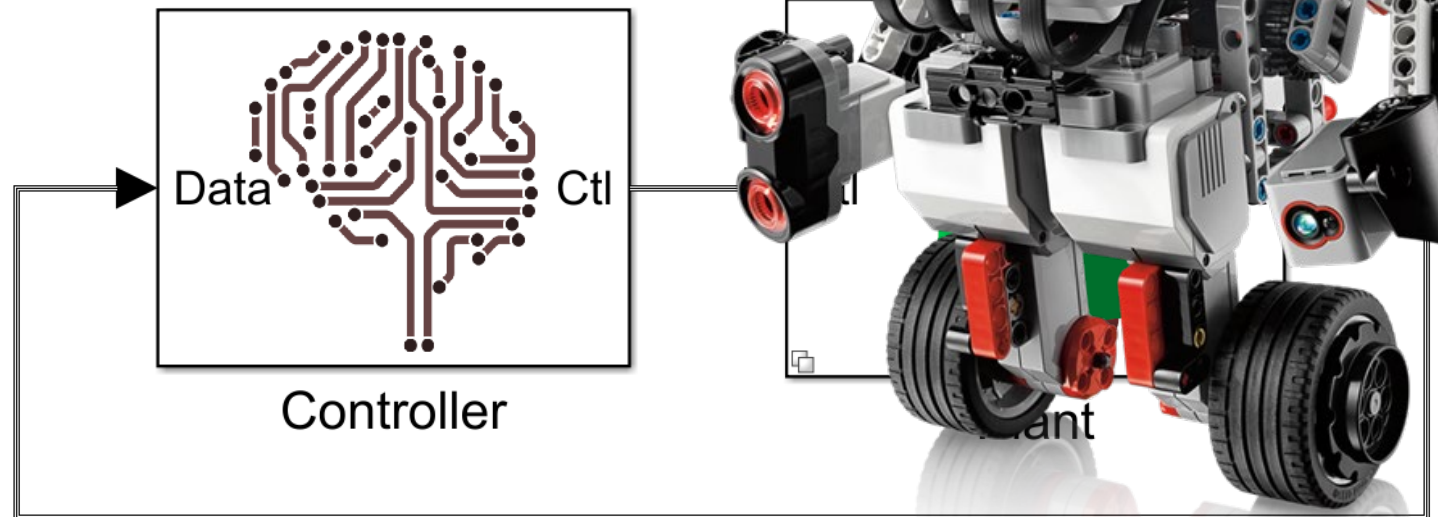
# Gyroboy MATLAB Project

- Модель робота с нуля
- Алгоритм управления по модели
- Управление через UDP

[Youtube](#)

[GitHub](#)

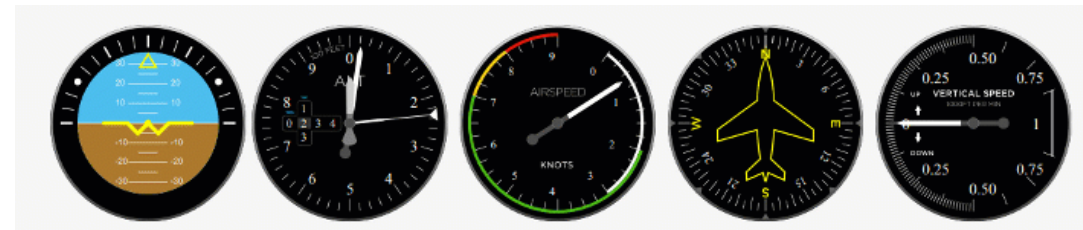
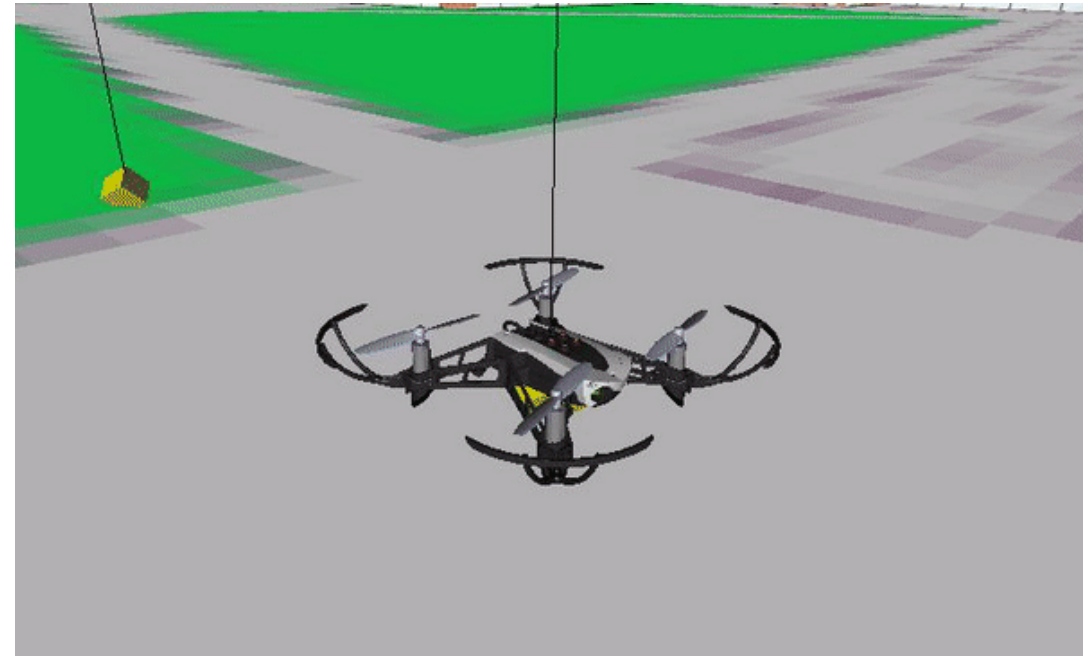
[File Exchange](#)



# Проект квадрокоптера

 Подробнее

- Модель динамики дрона
- Модели окружения и датчиков
- Полетный контроллер
- 3D визуализация
- Запуск на Parrot Mambo



# Проекты студентов MIT



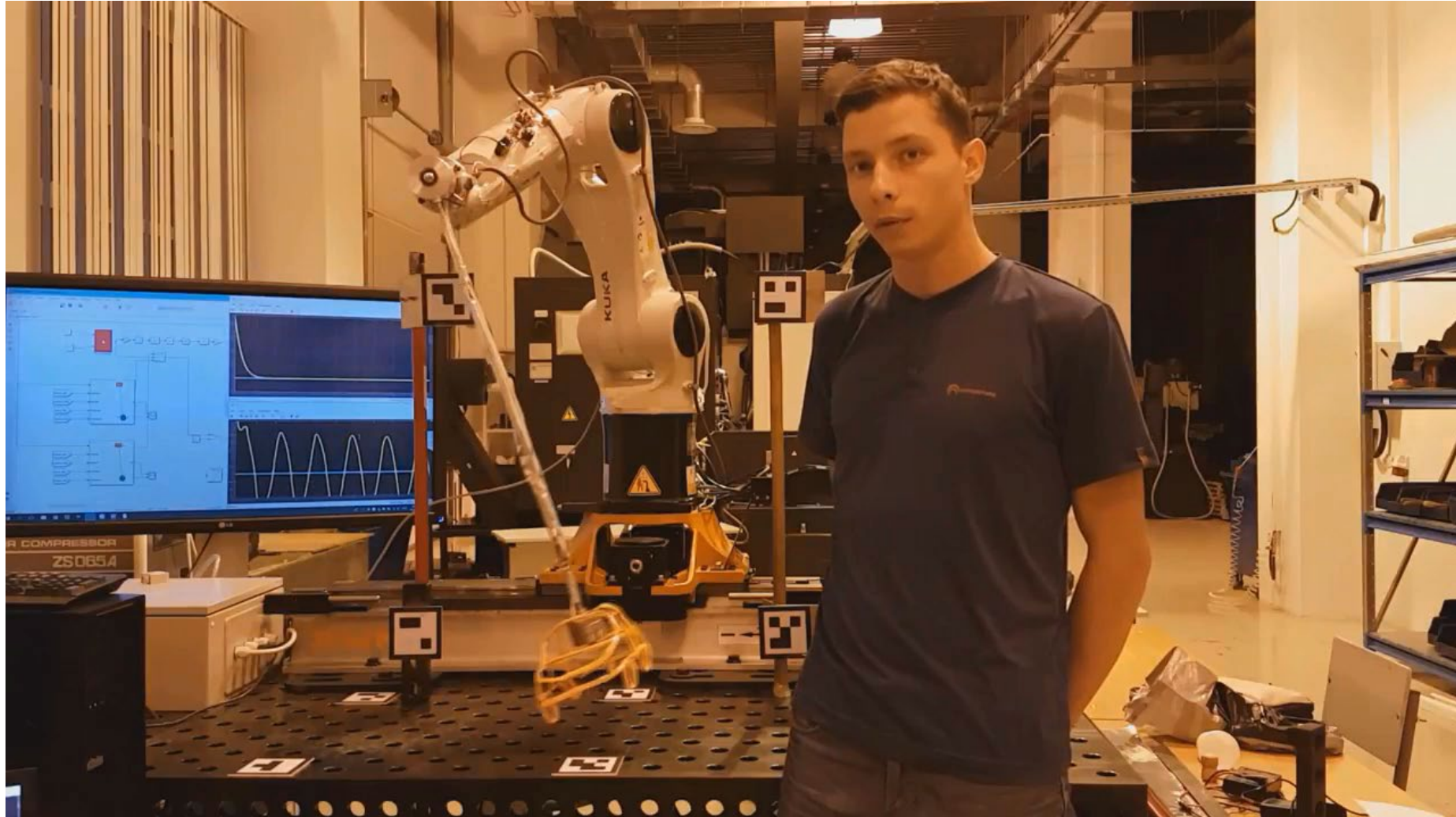
## The Jumping Sumo

Drone bounces off the floor and an *orientation* control catches the drone.  
Turns out, engaging only orientation control initially is key. Full control fails.





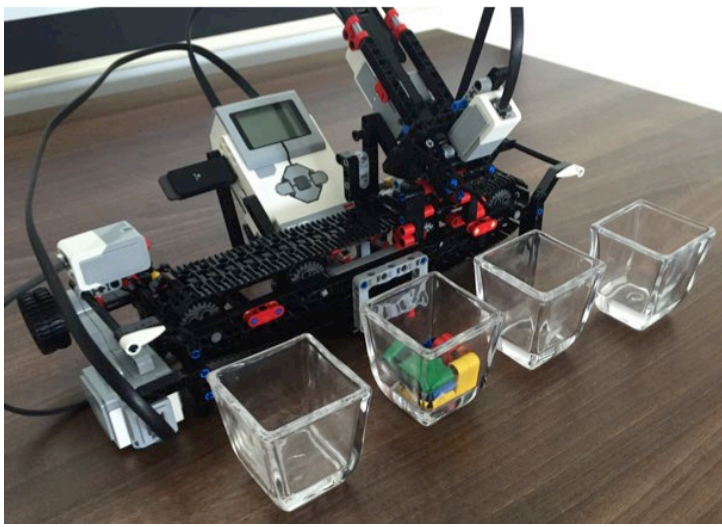
# Дальневосточный федеральный университет



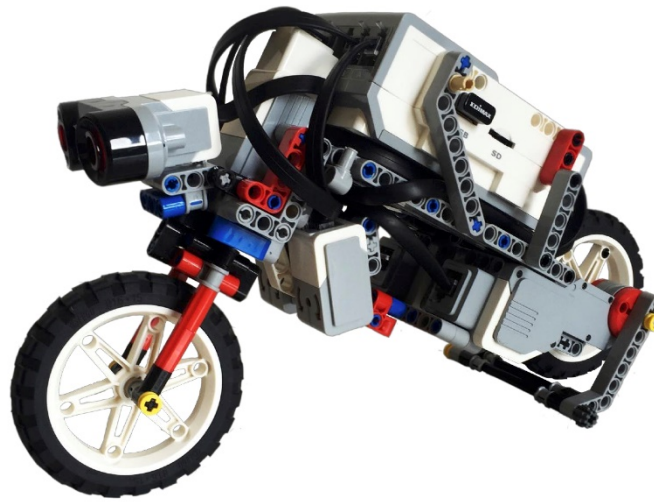
# Arduino Engineering Kit

- 3 робота
- Системы управления, компьютерное зрение, алгоритмы
- Полноценные учебные курсы





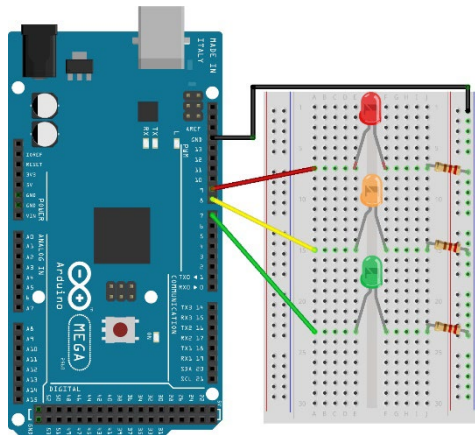
LEGO Сортировщик



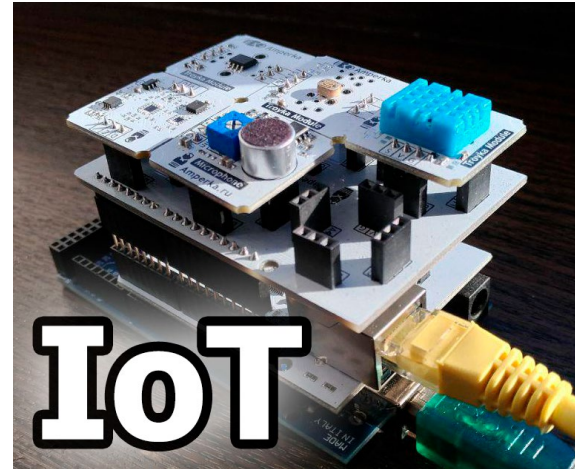
LEGO Мотоцикл



Поддержка TurtleBot



Arduino Светофор

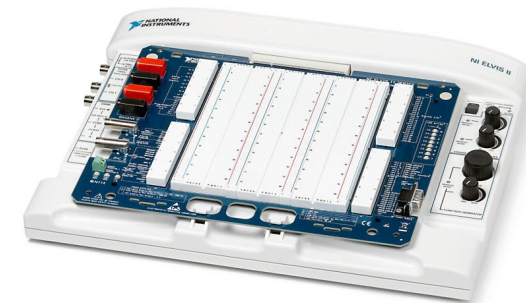
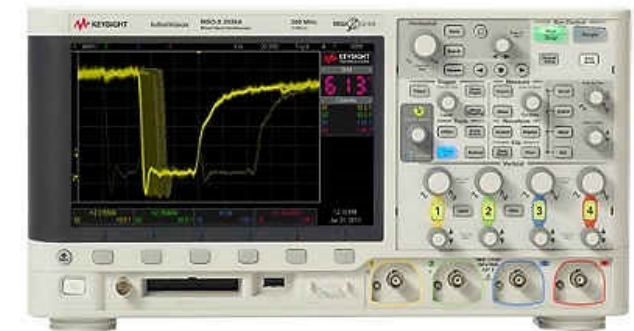
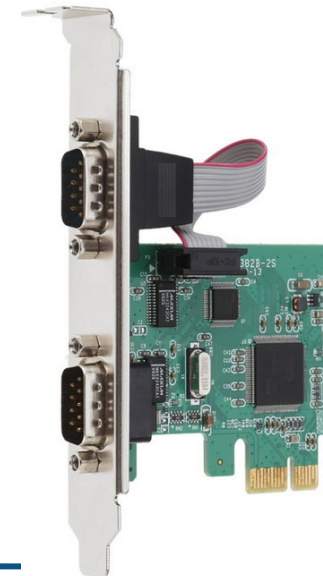


Arduino Метеостанция

# Работа с оборудованием в MATLAB

- ✓ Измерительное оборудование
- ✓ Платы ввода-вывода
- ✓ National Instruments

...



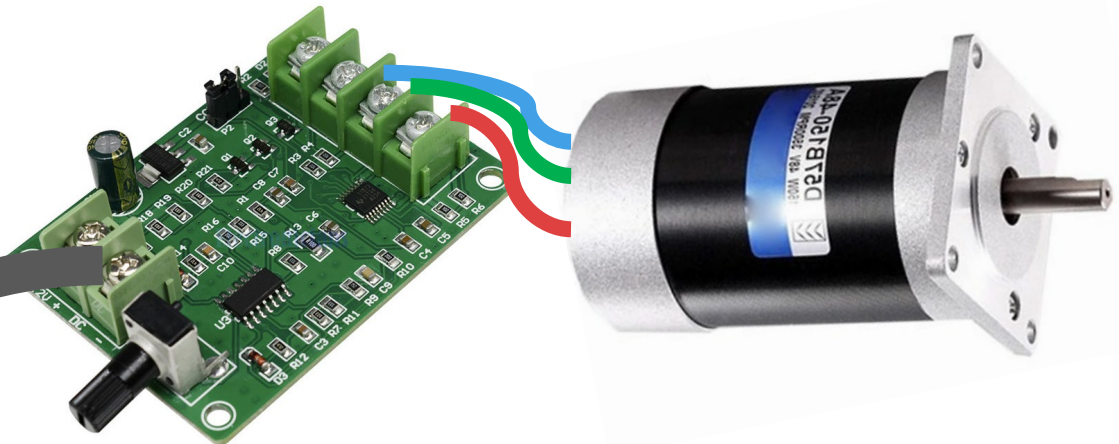
# Управление приводом Лабораторный стенд

В разработке

Машина реального времени «РИТМ»



Вентильный двигатель



# Взаимодействие MATLAB с оборудованием



- **15 роликов**
- **Исчерпывающий набор «железа»**



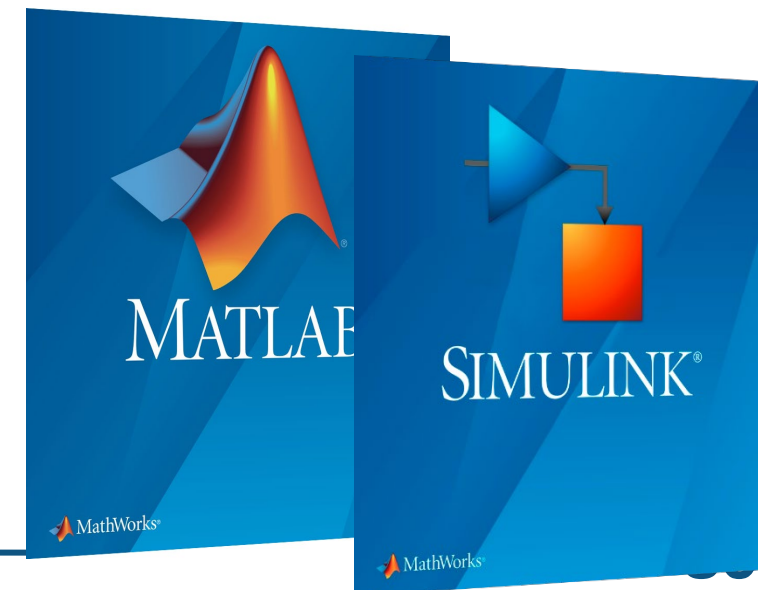
# Увлекательные проекты

## Заключение

- ✓ Развитие профессиональных навыков
- ✓ Студентам это интересно
- ✓ MATLAB Simulink для это достаточно
- ✓ Много готового материала

# Заключение

**MATLAB & Simulink** – идеальное решение  
для обучения студентов от основ до  
профессиональных навыков







# ЭКСПОНЕНТА

ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И МОДЕЛИРОВАНИЯ

[exponenta.ru](http://exponenta.ru)

[info@exponenta.ru](mailto:info@exponenta.ru)

- Техническое консультирование
- Подбор инструментов
- Обучение инженеров
- Разработка на заказ