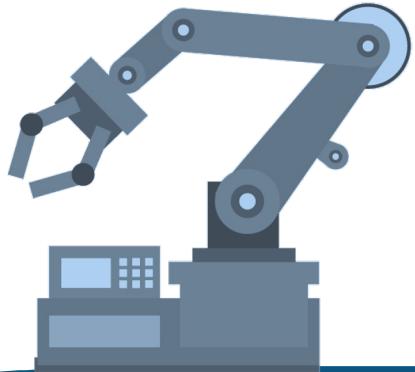




**ЭКСПОНЕНТА**  
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И МОДЕЛИРОВАНИЯ



# Разработка автономных систем



RS2020-I

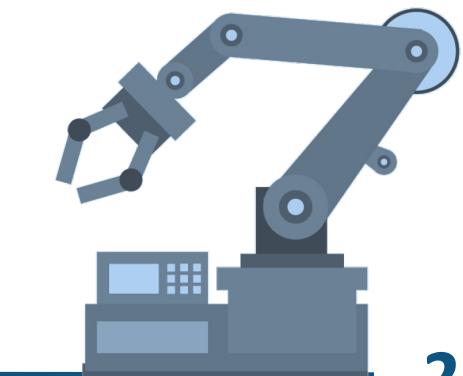
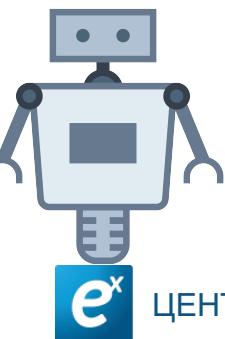
**Павел Рословец**  
Инженер ЦИТМ «Экспонента»

# Цель доклада



**10 проблем** при разработке  
автономных систем и их **решение**.

Обзор инструментов



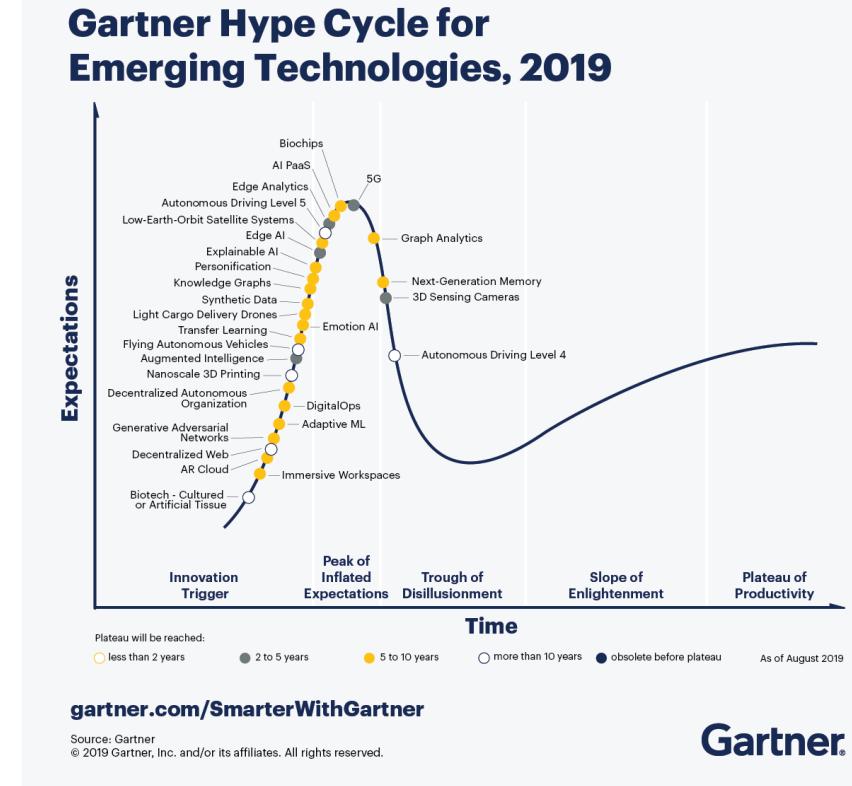
# Профессиональная среда разработки и технических расчетов



- Создана для инженеров
- Позволяет решать  
**комплексные** задачи
- Широко применяется

# 1. Нужно быстро разрабатывать сложные алгоритмы

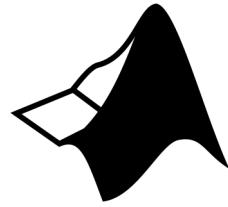
- Требуются точные модели
- Системы нужно моделировать целиком
- Выходить на рынок нужно быстрее



# Модельно-ориентированное проектирование

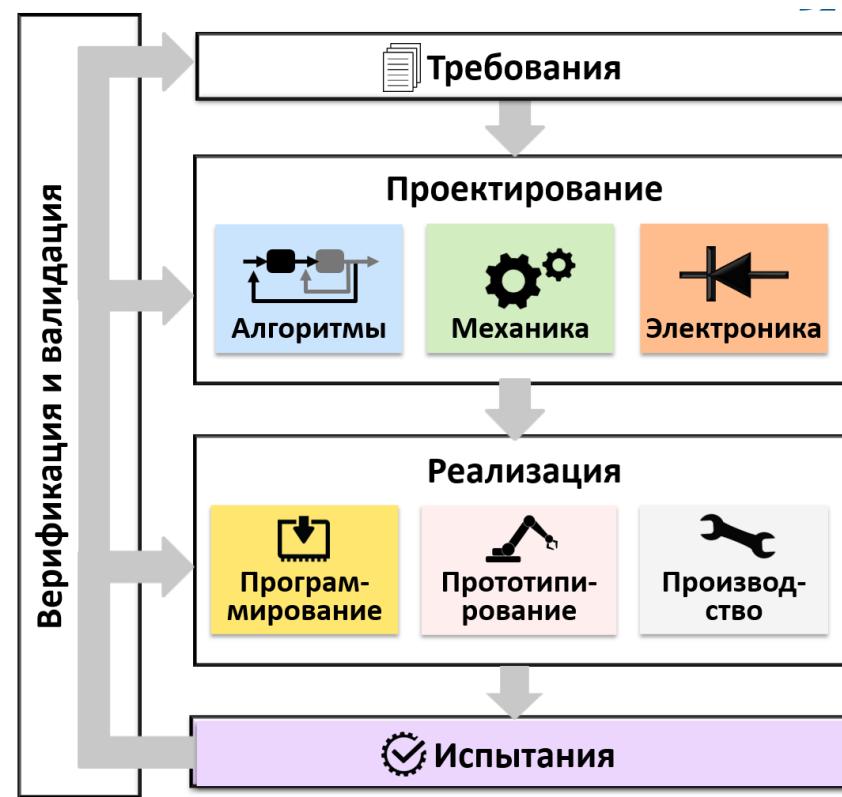
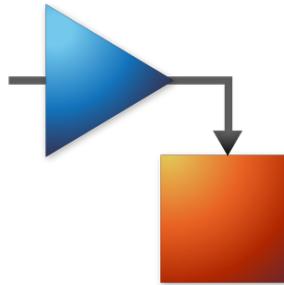
- Разработка и отладка на системных моделях
- Виртуальные эксперименты
- Экономия времени и денег





# Модельно-ориентированное проектирование

Полностью строится  
в MATLAB & Simulink

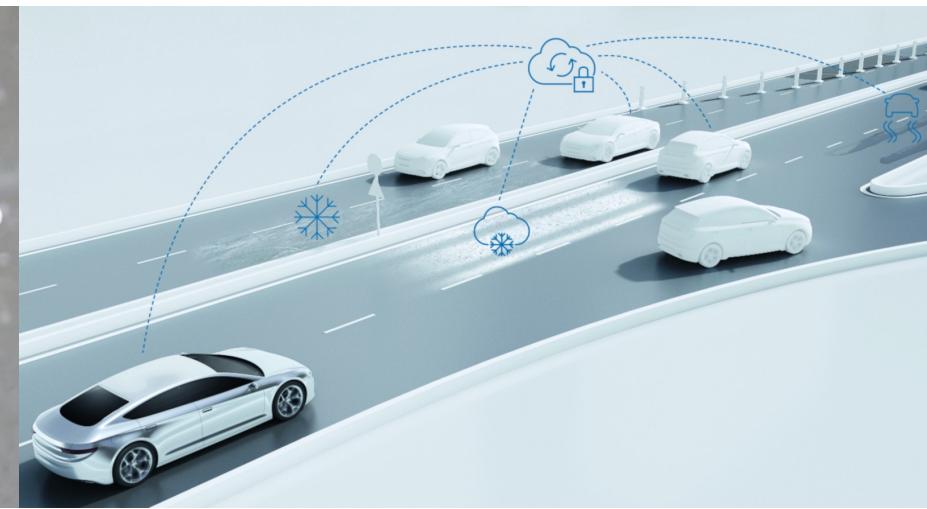


## Model-based Design

1. Прозрачная связь между ТЗ и дизайном
2. Оптимизация системы в целом в одной среде
3. Автоматическая генерация кода повышает эффективность
4. Снижение стоимости за счёт полнатурных стендов
5. Полная взаимосвязь на всех этапах

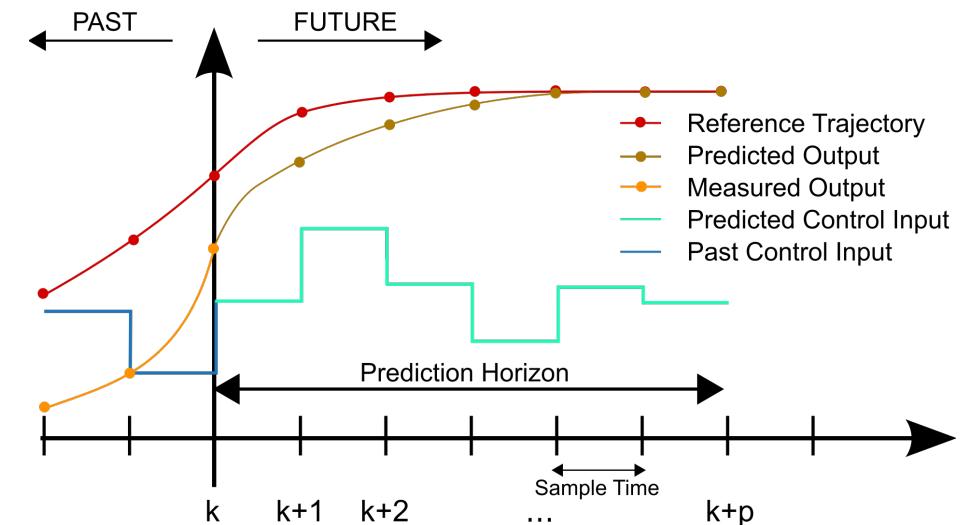
## 2. Требования к САУ ужесточаются

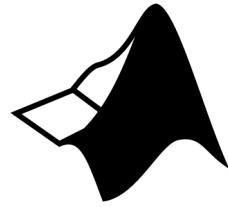
- Решение более сложных задач
- Адаптация к изменениям объекта и условий



# Адаптивные регуляторы

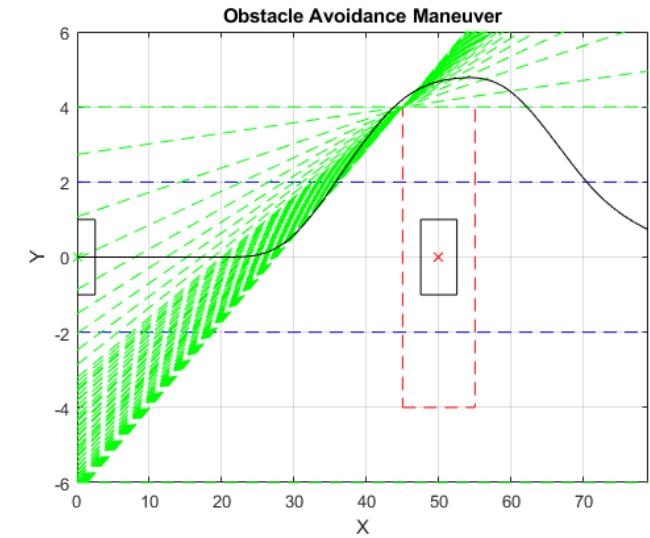
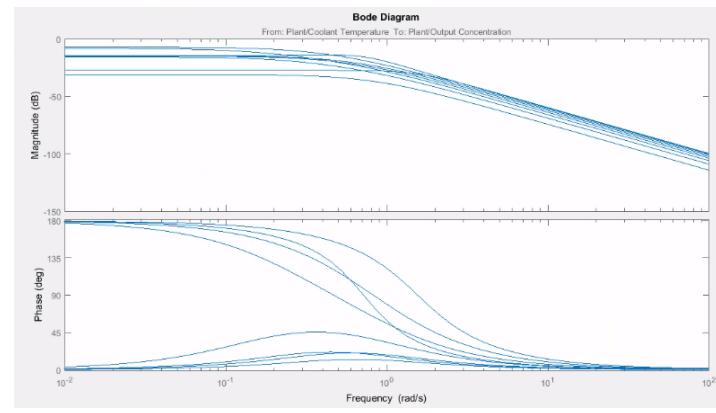
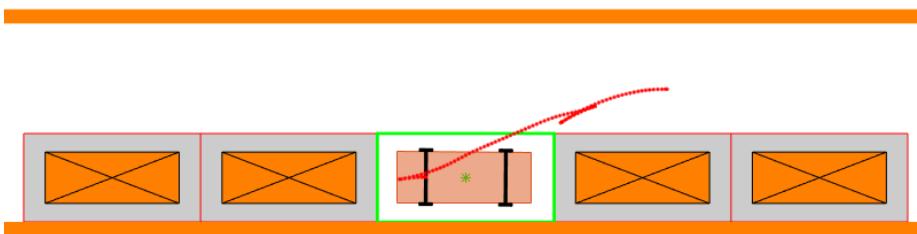
- Gain Scheduling
- Онлайн-идентификация
- Управление с прогнозирующими моделями (MPC)
- ...





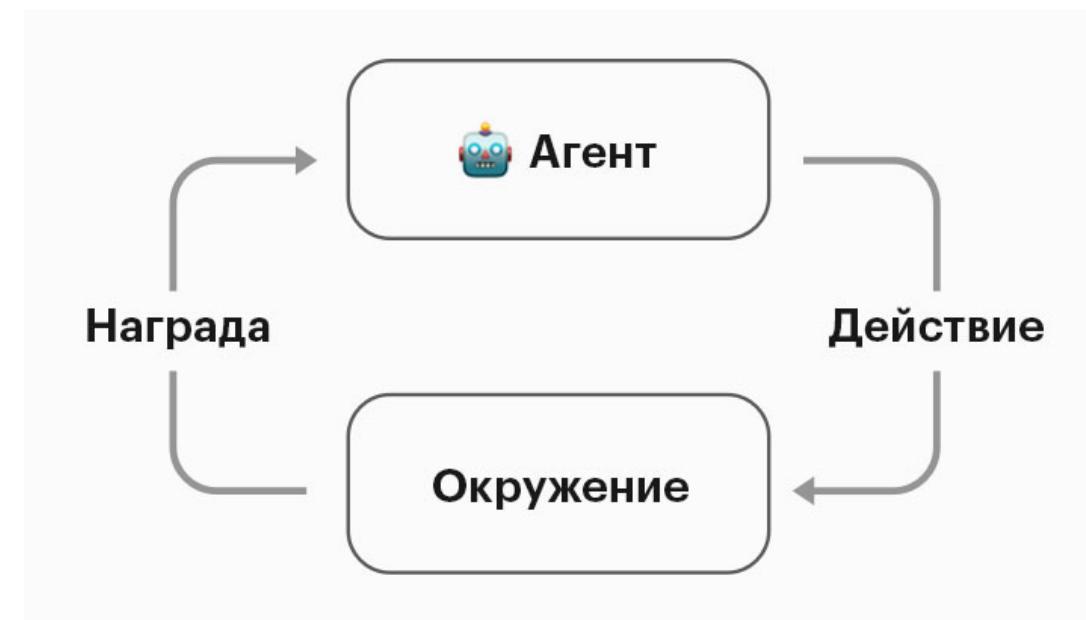
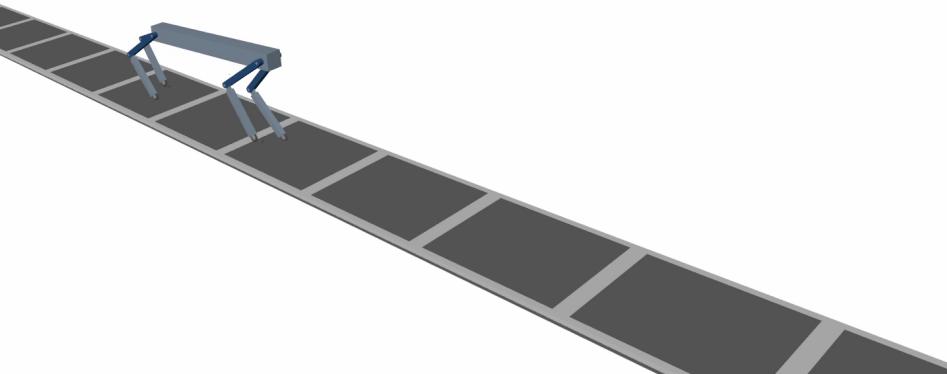
# Адаптивные регуляторы

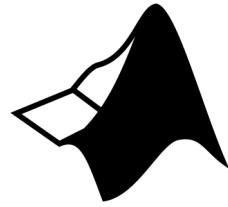
- Simulink – самый мощный инструмент для разработки САУ
- Поддерживает современные методы ТАУ



# Обучение с подкреплением

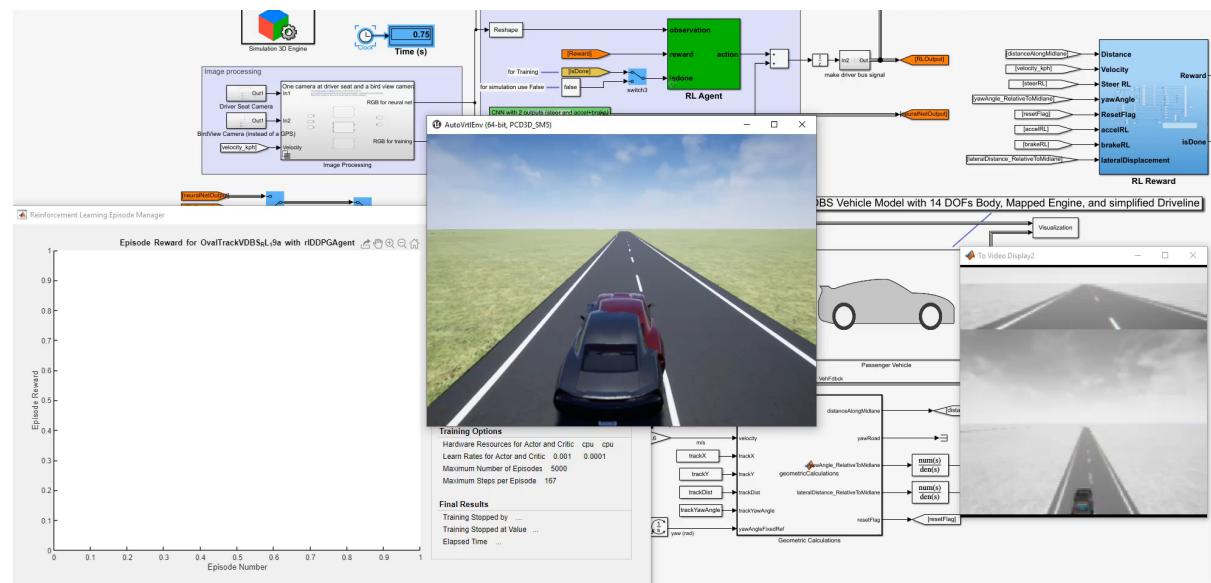
- Нейросеть в качестве регулятора
- Учится управлять по модели
- Это новая область





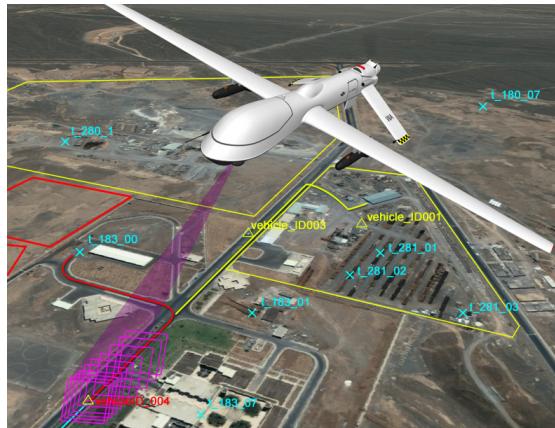
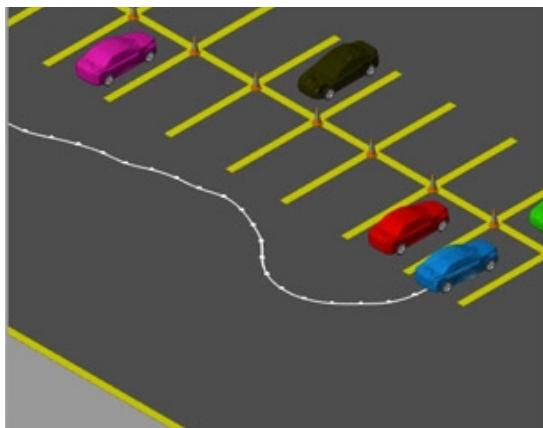
# Обучение с подкреплением

- MATLAB поддерживает современные нейросети
- Simulink – лучший симулятор для обучения



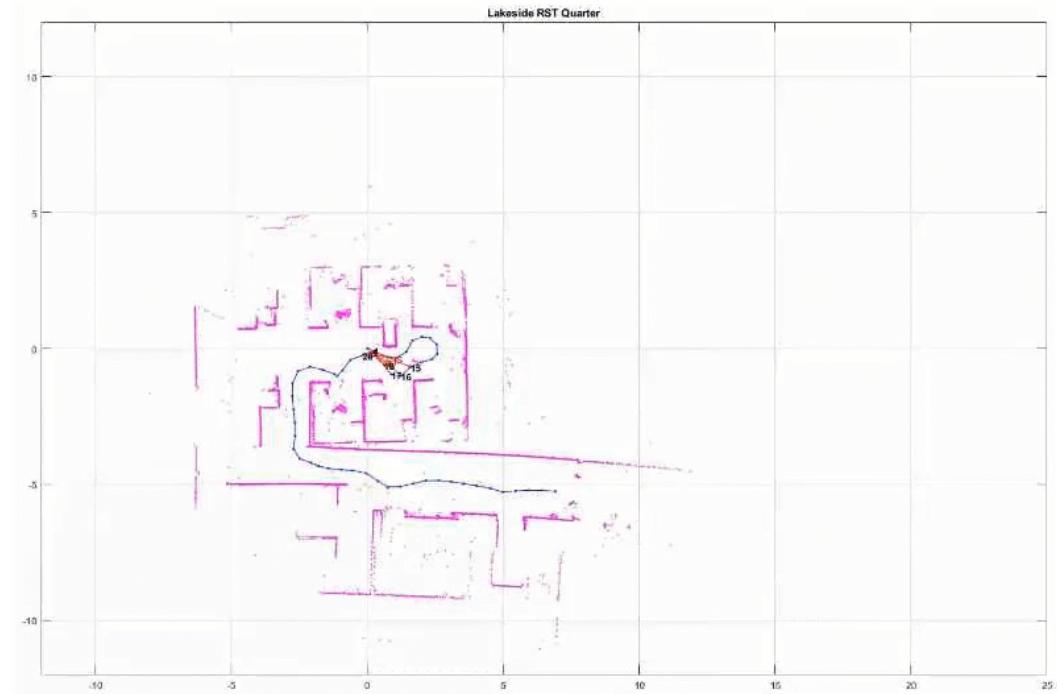
### 3. Автономность в любых условиях

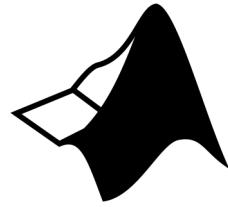
- Определение местоположения
- Планирование и выполнение действий
- Реакция на окружающий мир



# Современные алгоритмы

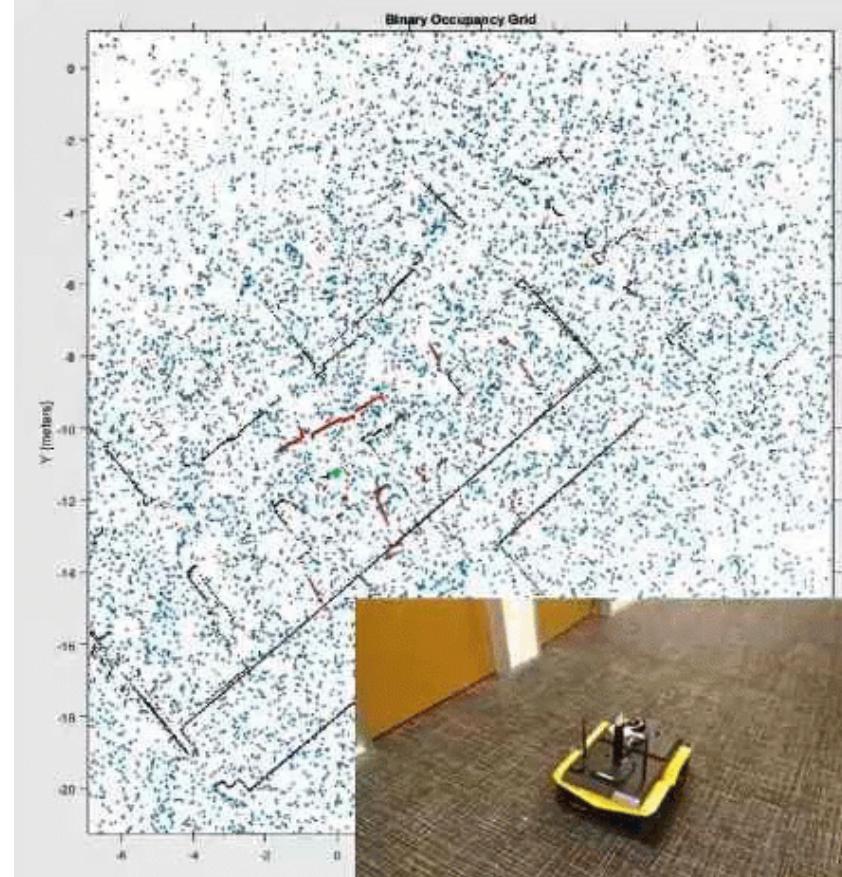
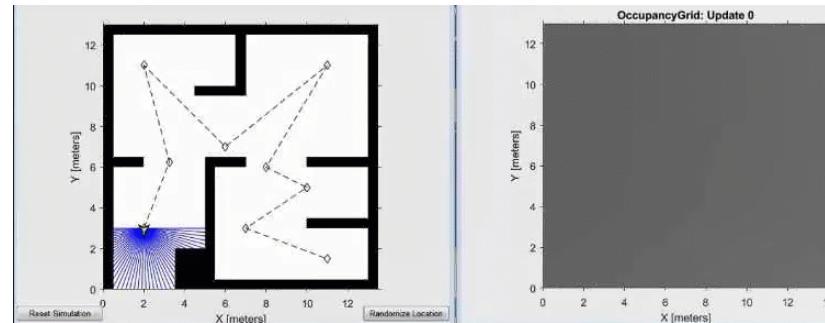
- Построение карты
- Локализация
- Построение и следование траектории
- SLAM
- ...





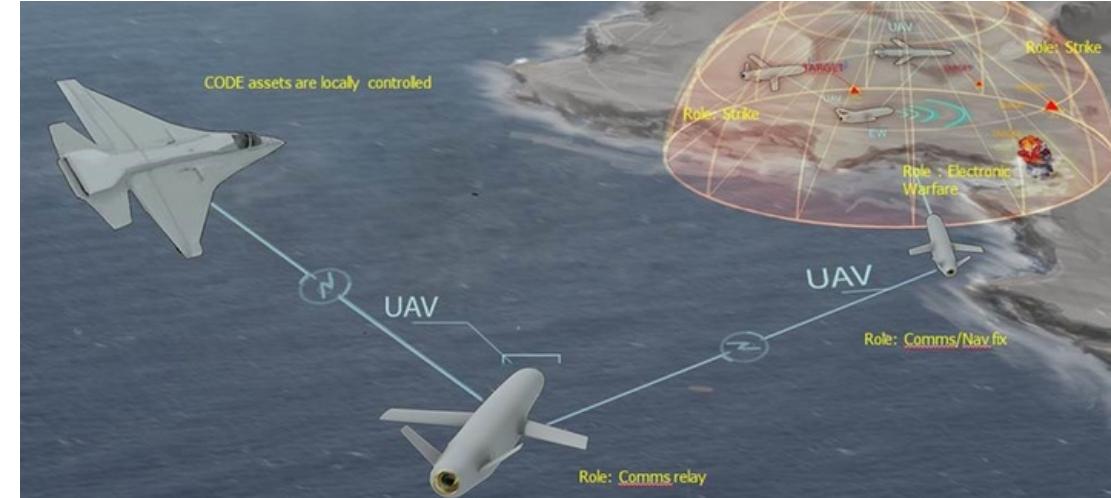
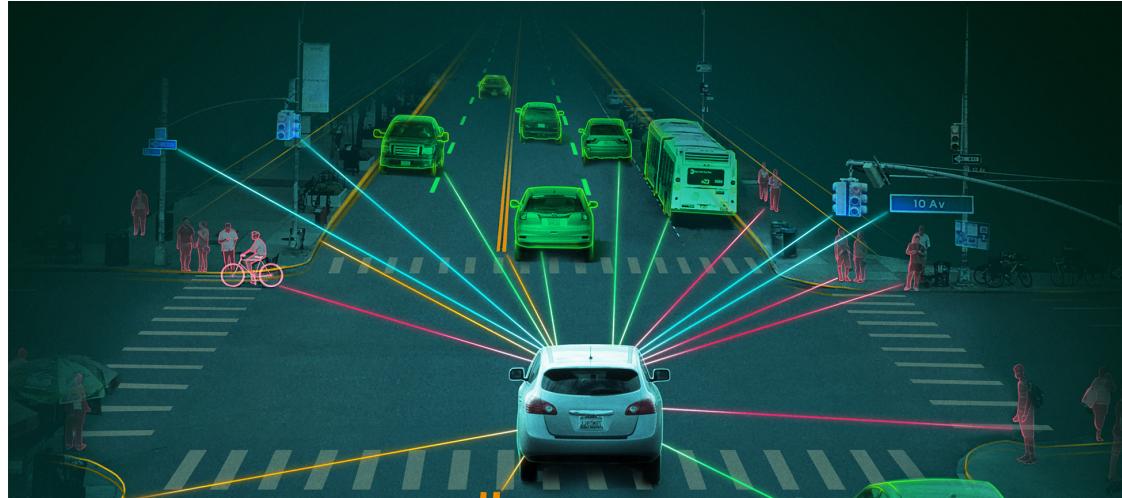
# Современные алгоритмы

- Среда MATLAB содержит все необходимые алгоритмы роботов
- Поддерживает ROS и Gazebo для тестирования и отладки



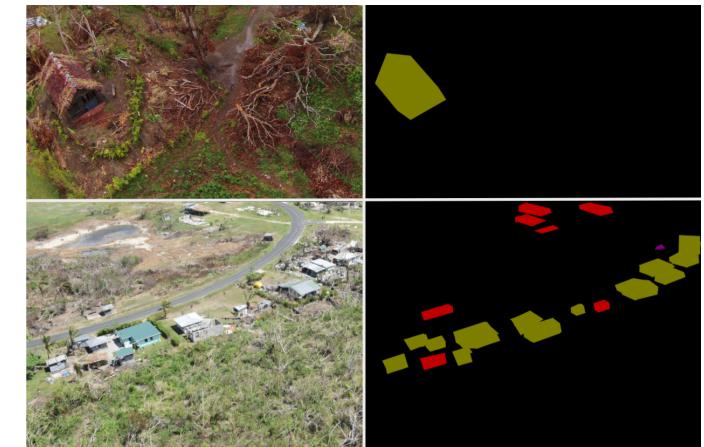
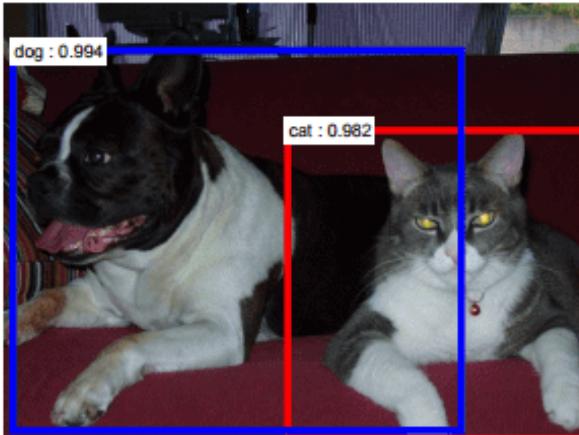
# 4. Искусственный интеллект

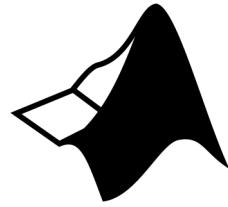
- Распознавание образов
- Принятие решений
- Взаимодействие с окружающим миром



# Глубокое обучение

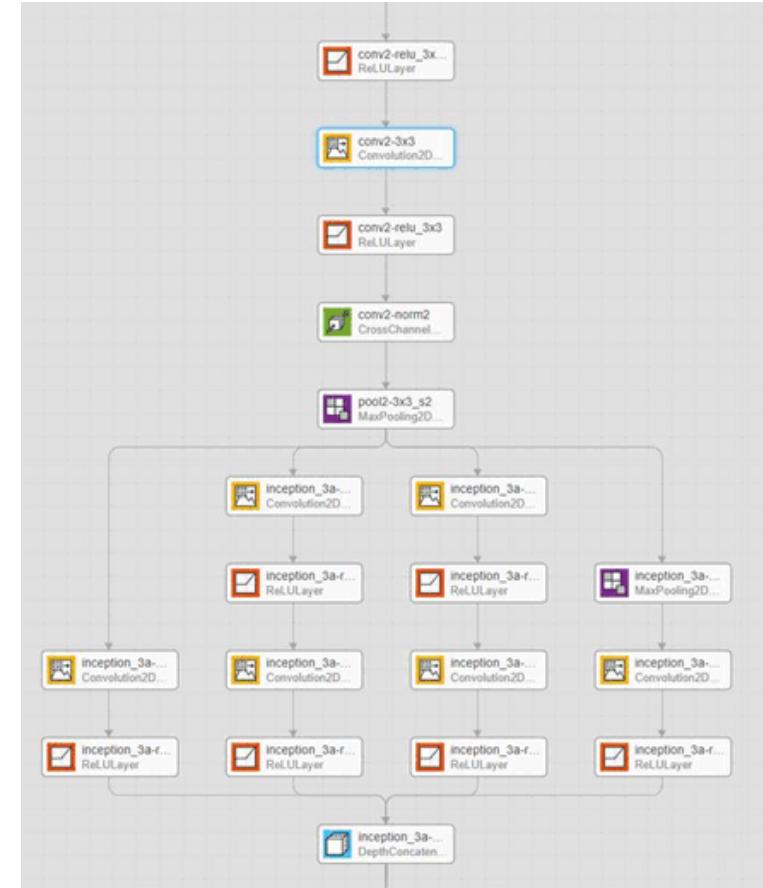
- Глубокие нейросети учатся находить и распознавать образы
- Достигли хороших результатов
- Уже работают во встраиваемых системах





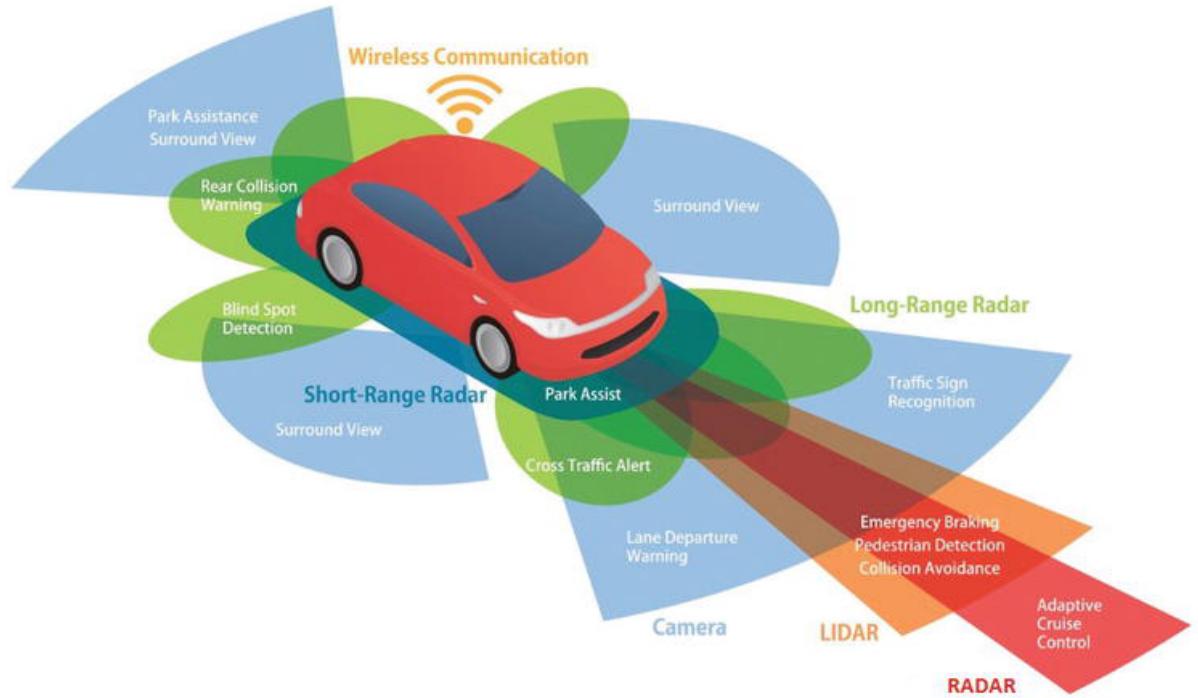
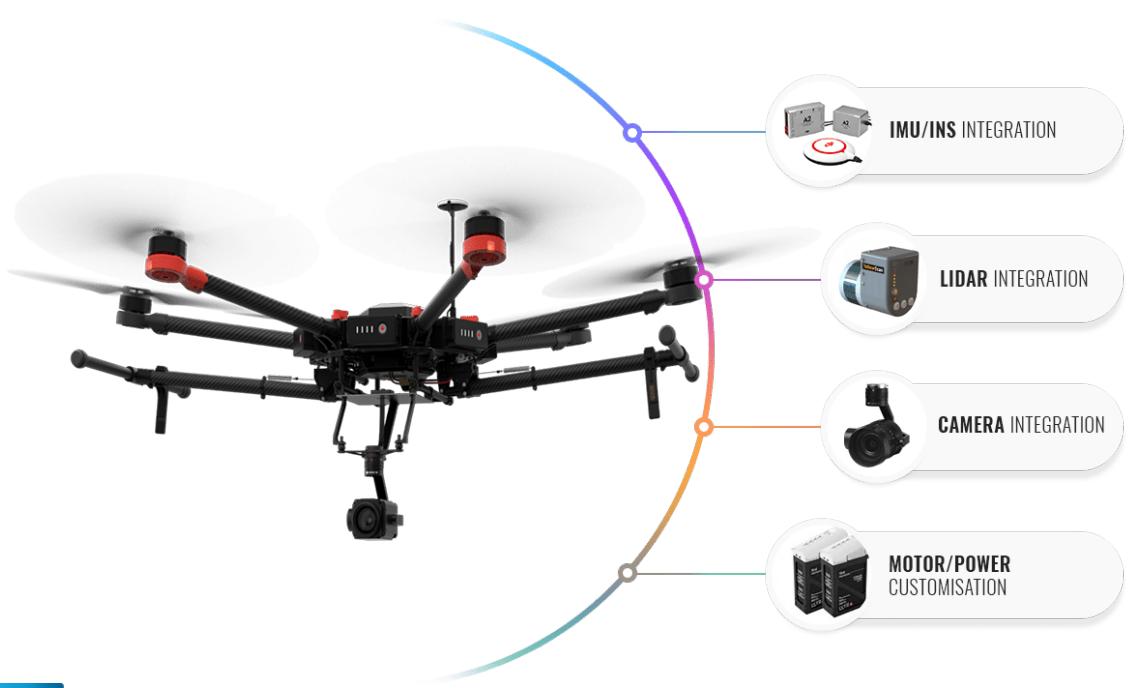
# Глубокое обучение

- MATLAB поддерживает современные нейросети и алгоритмы
- Содержит инструменты для их создания и обучения
- Предлагает готовые алгоритмы



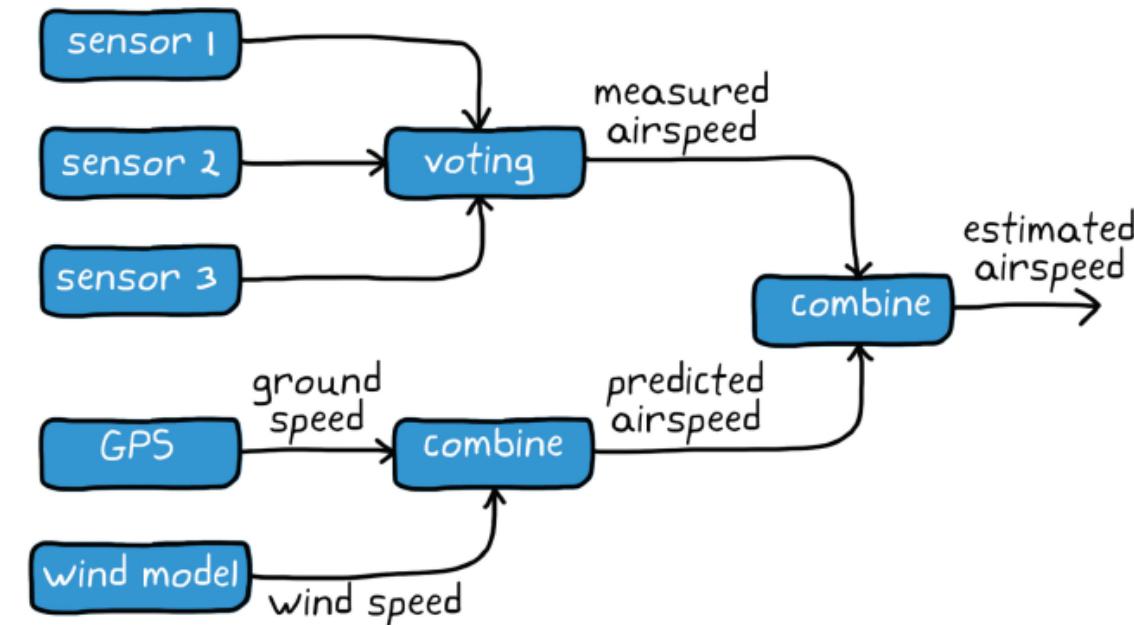
# 5. Много датчиков

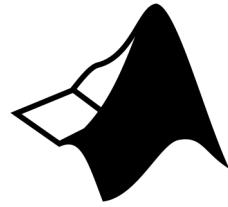
- Обработка большого количества сигналов
- Учет всех показаний



# Комплексирование показаний

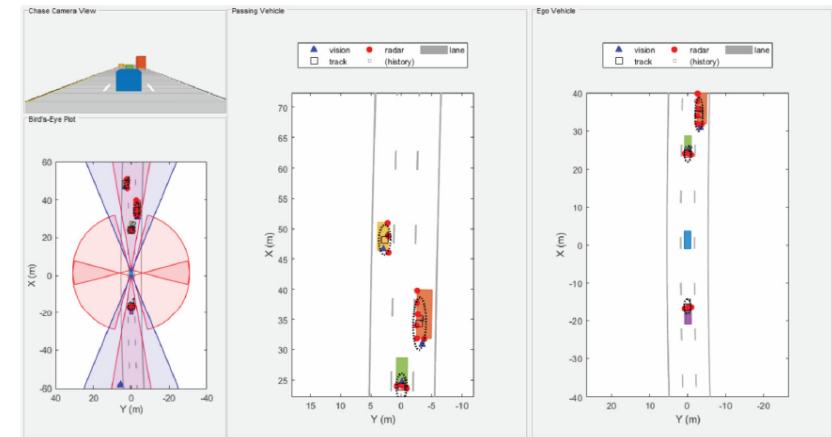
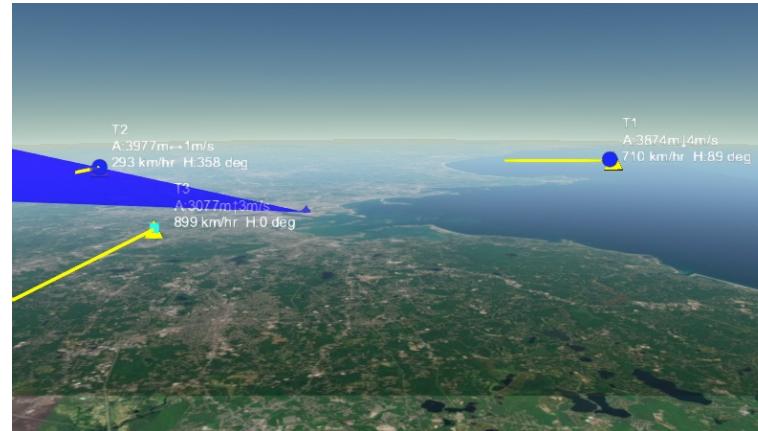
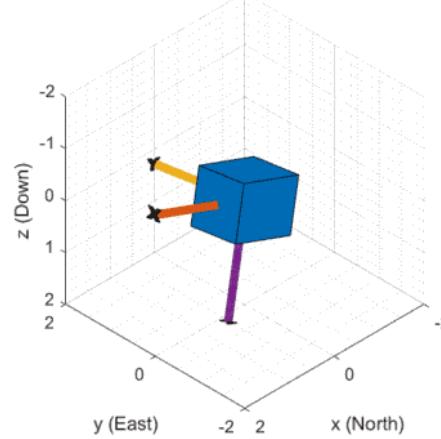
- Алгоритмы Sensor Fusion объединяют показания с датчиков разной природы
- Это повышает надежность измерений





# Комплексирование показаний

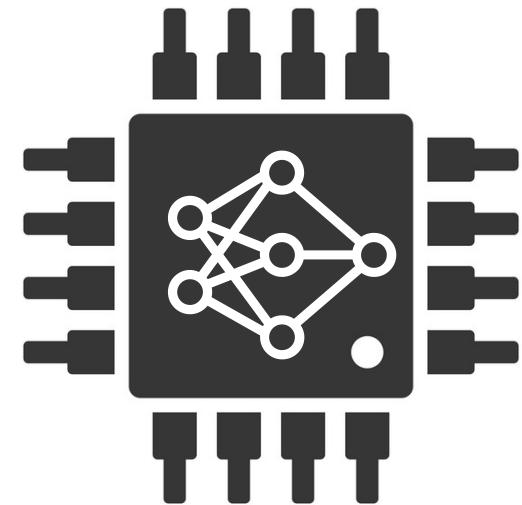
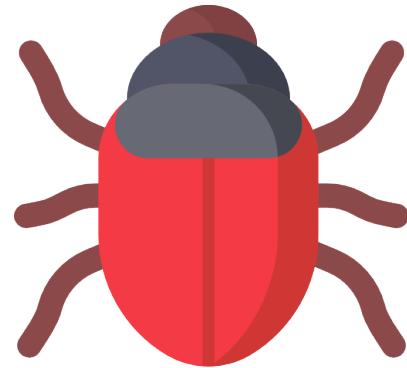
- MATLAB содержит продвинутые алгоритмы ЦОС
- Комплексирование сводится к использованию готовых отлаженных алгоритмов



# 6. Алгоритмы для встраиваемых систем усложняются

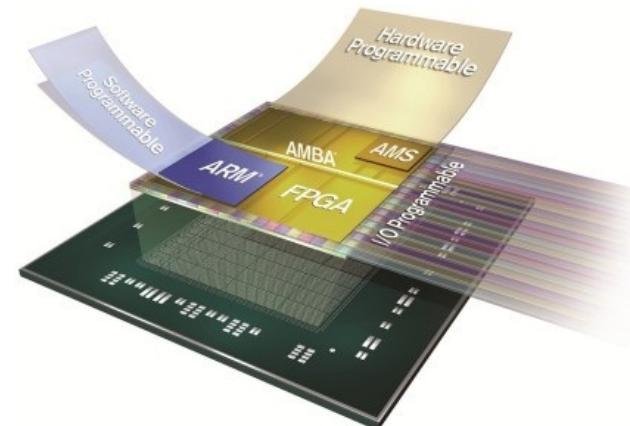
- Долго переводить алгоритмы в код
- Производительности не хватает

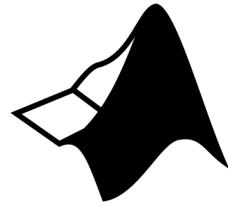
```
step1(function (value1) {  
    step2(function (value2) {  
        step3(function (value3) {  
            step4(function (value4) {  
                step5(function (value5) {  
                    step6(function (value6) {  
                        step7(function (value7) {  
                            //Do something with value 4  
                            console.log(value7)  
                        });  
                    });  
                });  
            });  
        });  
    });  
});
```



# Генерация кода из алгоритмов

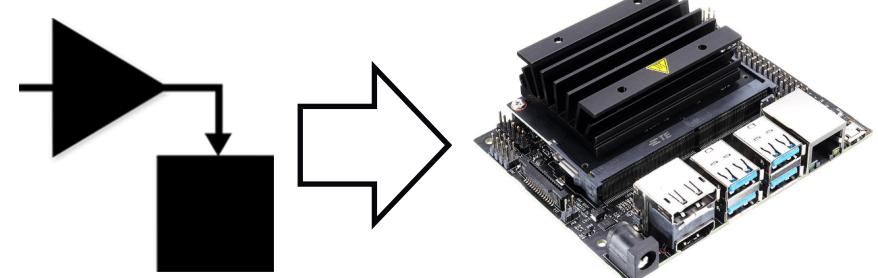
- Автоматическая генерация кода для встраиваемых систем на порядки эффективнее ручного кодирования
- Ставится стандартным подходом
- Использование GPU и ПЛИС





# Генерация кода из алгоритмов

- MATLAB содержит профессиональные генераторы кода, оптимизированного для встраиваемых систем
- Поддерживается генерация кода из нейросетей для GPU и ПЛИС



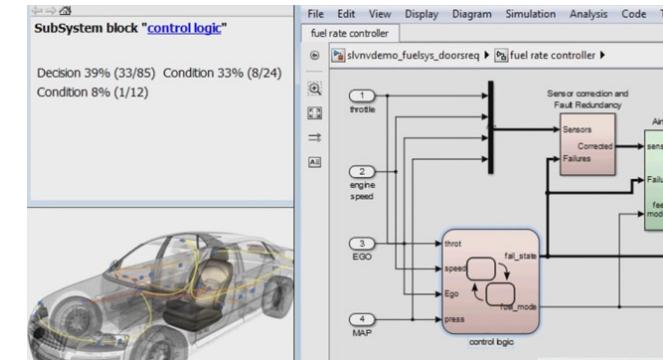
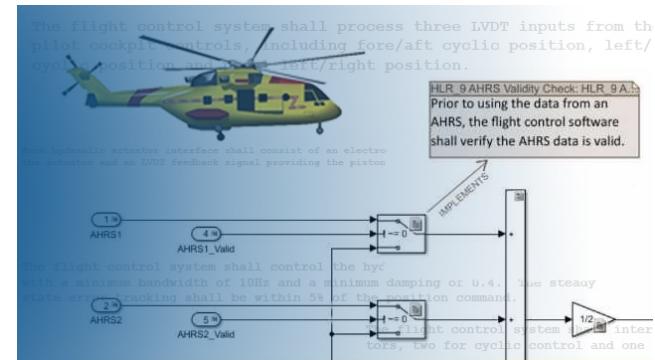
# 7. Повышенные требования к надежности

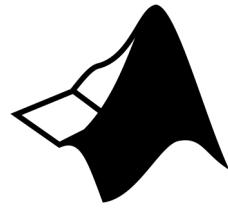
- Доказательство отсутствия ошибок, отказов и сбоев
- Необходимо проходить сертификацию



# Верификация и валидация

- Использование специальных практик при разработке
- Тщательная проверка всех алгоритмов
- Всестороннее тестирование

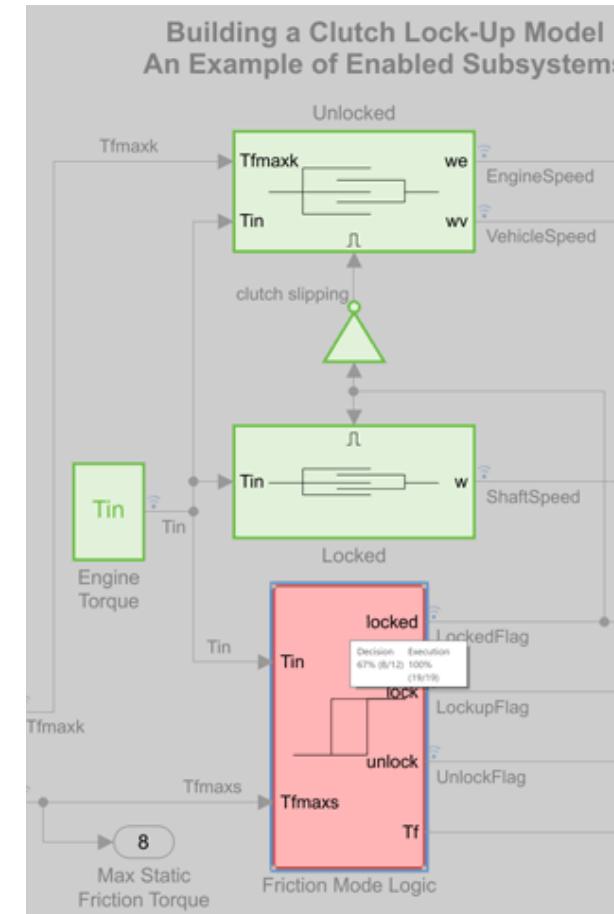




# Верификация и валидация

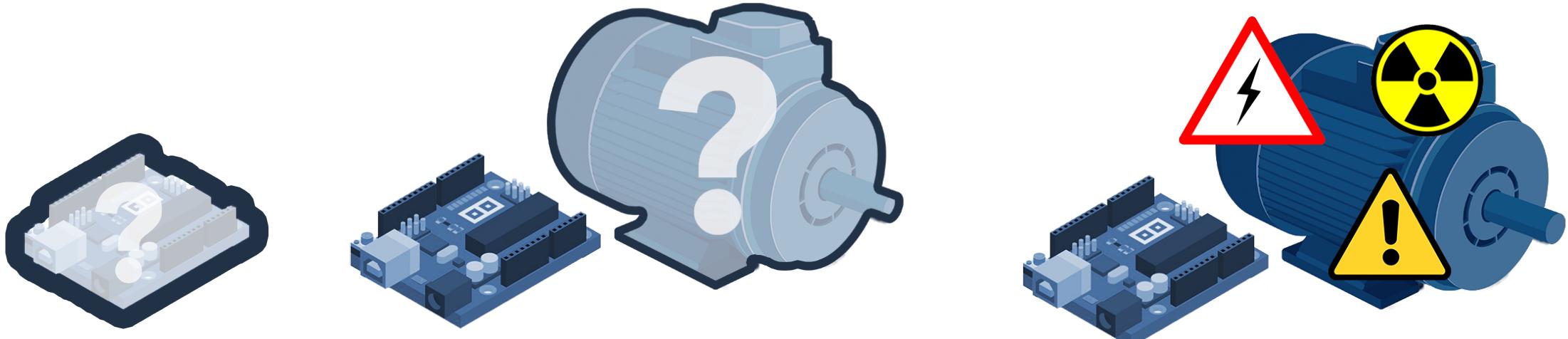
- Проверка формальными методами
- Тестирование путем симуляции
- Сравнение кода и исходной модели
- Готовые рабочие процессы для прохождения сертификации

**КТ-178, ISO 26262, IEC 61508, ...**



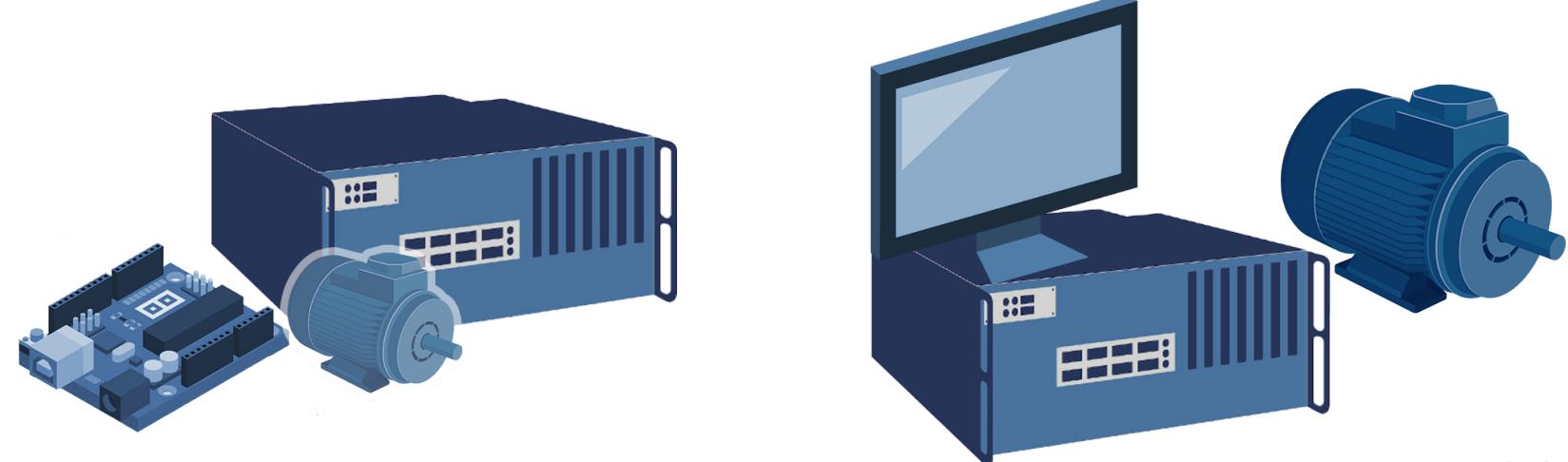
# 8. Быстрый переход к испытаниям

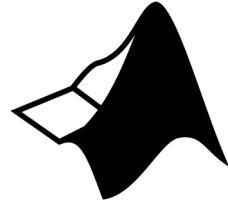
- Испытывать нужно уже в процессе разработки
- Рисковать объектом нельзя



# Машины реального времени

- Быстрое прототипирование алгоритмов управления
- Полунатурное моделирование и тестирование





# Машины реального времени

- Технология Simulink Real-Time позволяет инженерам работать самостоятельно
- Поддерживаются машины РИТМ (Россия) и Speedgoat (Швейцария)

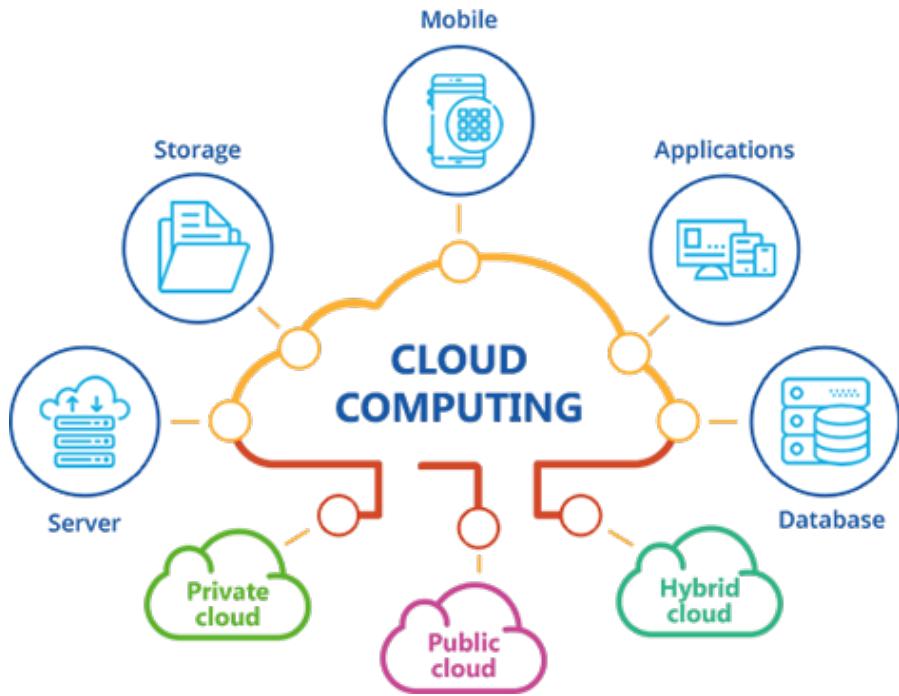


# 9. Обработка больших данных

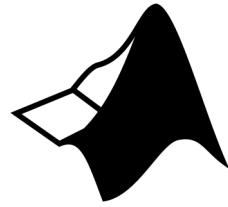
- Их нужно собирать и хранить
- Встраиваемые системы не справляются с обработкой



# Обработка в облаке

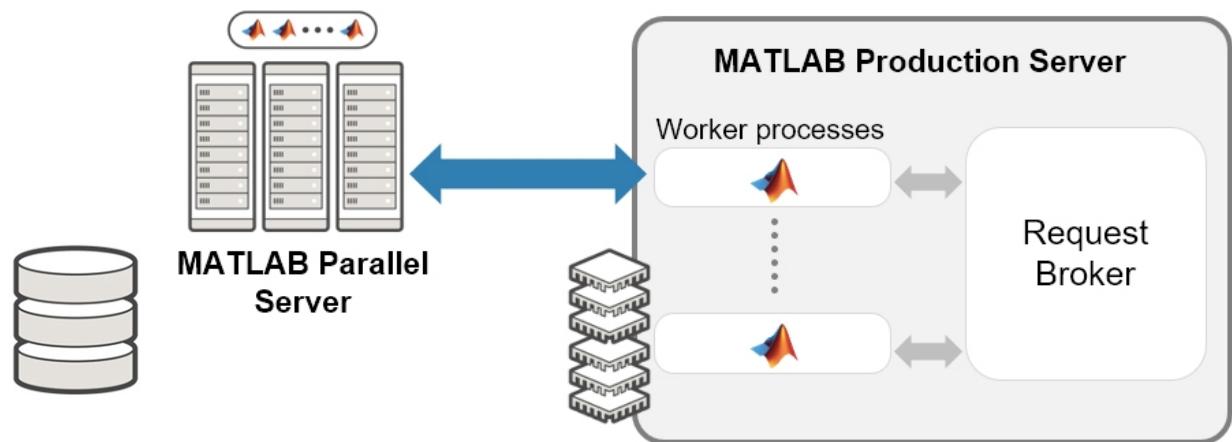


- Развертывание алгоритмов на мощных серверах
- Хранение и обработка Big Data
- Непрерывный анализ и обработка данных



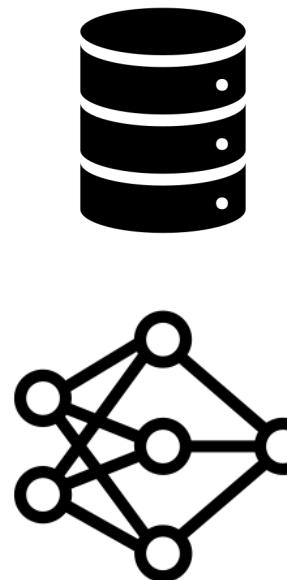
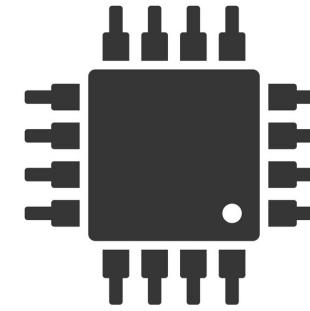
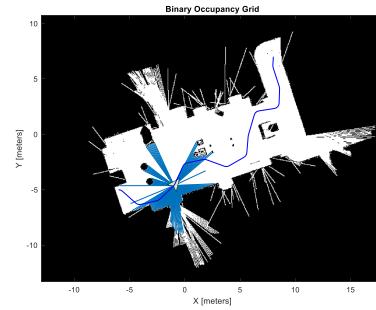
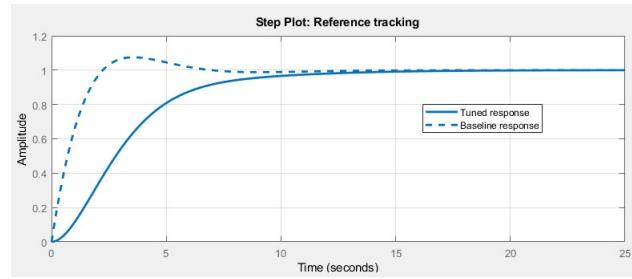
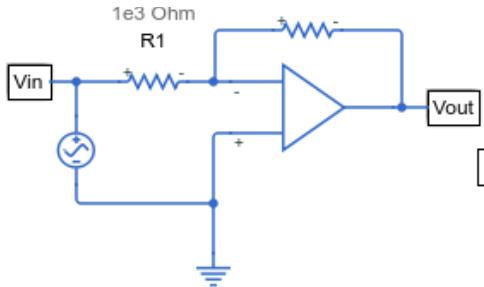
# Обработка в облаке

- MATLAB поддерживает Big Data, параллельные вычисления и работу с БД
- Алгоритмы MATLAB масштабируются до серверов и облачных сервисов



# 10. Задействовано много дисциплин

- От моделирования динамики до обучения нейросетей и генерации кода
- Область на стыке инженерии и ИТ
- Нужно быстро дообучаться



# Среда MATLAB & Simulink

- Создана для инженеров
- Полностью обеспечивает необходимыми инструментами
- Позволяет самостоятельно работать с новыми технологиями
- Решает все указанные проблемы



[tech@exponenta.ru](mailto:tech@exponenta.ru)  
[exponenta.ru](http://exponenta.ru)



**ЭКСПОНЕНТА**  
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И МОДЕЛИРОВАНИЯ

- Технические консультации
- Подбор инструментов
- Обучение специалистов
- Работа на заказ

[tech@exponenta.ru](mailto:tech@exponenta.ru)  
[exponenta.ru](http://exponenta.ru)



**ЭКСПОНЕНТА**  
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И МОДЕЛИРОВАНИЯ

## Наши услуги

Подробнее

- Моделирование сложных систем
- Разработка алгоритмов управления
- Машинное и глубокое обучение
- Развёртывание и генерация кода
- Организация командной работы



# С чего начать?

**Мы знаем.**

**Опишите нам свою задачу**

- В анкете после конференции
- [exponenta.ru](http://exponenta.ru)
- [tech@exponenta.ru](mailto:tech@exponenta.ru)

